

MILITARY INTELLIGENCE SERVICE

TNC LIQUID FUELS & LUBRICANTS SUBCOMMITTEE

ENEMY DOCUMENTS

CAPTURED BY OIL MISSION

CONTINUATION SHEET

Bag No. 3966

Target 30/12.04

Tech. Hochschule
Stuttgart

DOCUMENTS ON AUTOMOTIVE RESEARCH & ENGINEERING

GROUP I

Several Ungsteins not included in the regular Ungstein Series.

<u>Report No.</u>			
L. 4	11C15	High strength aircraft steels.	15. 5. 40.
L. 5	111B17	Instructions for the testing of component parts and equipment of power plant housings of air-planes.	13. 5. 40.
L. 7	11C21	Synthetic materials and their use in aircraft construction.	31. 1. 41.
L. 8	111A21	Piston rings.	Oct. 1939.
L. 9	111A22	The basic form and working principles of injection pumps and jets for diesel and Otto aero-Engines.	16. 2. 40.
L.10	111A24	Aero-dynamic jet cooling of liquid-cooled aero-motor with radators.	1. 4. 40.
L.11	111A26	The design of combustion chambers in Aero-Engines.	12. 4. 40.
L.12	111A27	Supplement to the construction of exhaust-manifold and exhaust pipes on aero-engines.	31.10. 40.
L.14	111A29	Aero-carburetor.	
L.15	111A30	The principles of design and construction of in line aero engines.	15. 5. 40.
L.17	111A32	Fuel supply pumps.	15. 5. 40.
U. 6		Research work on Pistons by Dr. Ing Erich Koch VDI Stuttgart.	1942.
U.22		German research installation for aviation. Description and installation of an automatic coolant temperature control shutter for aero-engines.	

DIAGRAMS OF AUTOMOTIVE RESEARCH AND ENGINEERING

GROUP 2

DOCUMENTS COLLECTED FROM F.K.F.S. INSTITUTION (F. K. F. S.)
MÜNCHEN AND FROM DR. FISCHER.

<u>CICS NO.</u>	<u>REST NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHORS(S)</u>	<u>DATE</u>
		<u>Common Aviation Research</u> by the Research Institute for Automotive Transport and Vehicle Engines at the Technical College, Stuttgart.		
SA1	1697	The Effect of Peroxides in the Engine and their determination	Widmaier	16.12.42
SA2	1742	The Effect of Aldehydes in the Engine and their quantitative determination	Widmaier	5. 2.43
SA3	1905	Evaluation of Fuels for their tendency to form Vapour Bubbles (Vapour lock)	Widmaier	10. 2.44
SA4	1815	F.K.F.S. Method of Estimating the Bromine Content of Aviation Fuels	Widmaier	19. 6.43
SA5	5011	Load and Lubrication Ratios of Modern German and Foreign 12-Cylinder in-line Aero. Engines.	Riekert, Hampf & Dorflinger	10. 1.44
SA6	5013	Principle tests on the Sliding Bearing Test Rig of an Aero Engine Main Big End Bearing (Interim Report)	Kamm et al Hallinger, et al.	10. 3.44 10. 3.44
SA7	5018	Testing of Lubricant Additives in a single-cylinder Engine	Riekert Rossenbeck & Handschuh	24. 5.44
SA8	5019	Measuring the Temperature Distribution of a Main Big End Bearing on the Sliding Bearing Principle-Test Rig	Hampf et al	19. 5.44
SA9	5025	Tests on the running-in behaviour of Piston Rings with protective coatings in Pearlite Cast (Iron) Cylinders	Rossenbeck	20. 6.44

ZWB-REPORTS

by F.K.F. Technical School, Stuttgart

SB1	-	Flying Mechanics of Jet Motors II Interim Report. Method of Working of a Jet Motor consisting of a Compressor and a Turbine	Weinig	15. 5.43
SB2	-	Widening (the scope) of the F.J.F.S. Quick Method of estimating the TEL content of Fuels.	Widmaier	15. 8.43
SB3	-	Test on the running behaviour of Electro Plated Silver Bearings in an Engine.	Rossenbeck and Sterk	16. 8.43

<u>CIGC NO</u>	<u>RLPT NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
SB4	-	Controlling an Aero Engine Blower by a Tap	Weinig	15.10.43
SB5	-	Axial Flow Compressor	Eckert and Weinig	3. 4.44
SB6	-	The Economic Limit of High Load of the 2-stroke Engine without utilizing Exhaust Gas	Feyer and Schmitz	11. 4.44
SB7	-	Power Increase of Combustion Engines by Swept Volume Sub-Division	v. Dorrer	4. 9.44

F.K.F. Technical School, Stuttgart

SC1	274	The 2-stroke - ball Valve Engine with Uni-Flow Scavenging, Power and Characteristics	Kuhn	6. 9.38
SC2	382	Position of the Performance of the Rieseler-method.	Rieseler and	16.12.40
SC3	363	Tests on a 1.09 L - high load single Cylinder Engine (1st report)	Berndorfer and Gussmann	14.12.40.
SC4	392	Investigation of the Performance of self ignition operation in a mixture Compression Engine	Ernst and Weinig	29. 5.41
SC5	395	Calculation of a Seven-Stage Axial Compressor	Eckert and Weinig	3. 4.41.
SC6	405	Rapid Starting Tests on a Piston with various protective coatings on the Running Surfaces	Rossenbeck and Platz	12.11.41.
SC7	412	Testing protective coatings on Piston running surface in the quick starting test	Rossenbeck and Platz.	3. 3.42
SC8	423	Engine investigation on the thermal relation of Aero Engine Piston Crowns with various running surface protective coatings.	Rossenbeck and Speer	18. 5.42
SC9	424	Tests on a 1.09L - high load single-cylinder Engine (2nd report)	Berndorfer and Gussman	10. 6.42
SC10	427	Clarification of the Rieseler working method in a single-cylinder test engine	Kamm	14. 7.42
SC11	429	Quick starting tests with a BMW 132 Piston with various running face protective coatings.	Rossenbeck and Speer.	28. 8.42

<u>CIGS</u> <u>NO.</u>	<u>Rept</u> <u>NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
SC12	444	Pressure and Temperature measurement in the lubrication system and in the Main Bearings of a DB COS engine.	Hamp	22. 6. 45
EC13	-	Improvement of the Lubricating behaviour of Oil by Chemical additives.	Glocker	20. 1. 45
<u>F.K.F. Technical School, Stuttgart</u>				
SD1	-	Operating Instructions for the Fuel Test Engine	Gross	?
SD2	-	Apparatus for measuring Ignition Delay	Stoiger	30. 3.43
SD3	-	Institute Progress Report	(various)	20. 6.40
SD4	-	10th Annual Report		1939/40
SD5	-	11th Annual Report		1940/41
<u>Diploma-Theses.</u>				
SE1	-	The starting behaviour of Fuels with the use of various Chemical Ignition Accelerators is to be investigated and evaluated on the FKFS Test Engine	Demmer	-
SE2	-	The influence of the operating conditions on the knock intensity of Fuels is to be investigated by use of various measuring apparatus.	Kessler	1945?
SE3	-	The ignition behaviour of Hydrocarbon Air mixtures in the Diesel Engine and the influence of Ethyl Nitrate	Schutze	-
SE4	-	Investigation on the influence of the Chemical pre-reaction on the starting behaviour in Diesel Operation	Gerschler	20 10.43
SE5	-	Investigation of the Precipitated Deposits in the Lubricating oil formed by running-in an Engine	-	-
<u>Engineering Laboratory for Heat Engines and Compressors.</u>				
SE6	-	Investigation of Cylindrical Sliding Bearings for High Rotational Speeds	Wewerka, Dollhopf and Stephan	15. 8. 39

<u>CLOS</u> <u>NO</u>	<u>DEPT.</u> <u>NO</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
SE7	-	<u>Public Material Testing Installation.</u> Bear behaviour of Cromax running surfaces (on Al base) by running against Aluminium Alloy with Oil Lubrication containing added wear material.	Brockstedt and Siebel	10. 6. 41
SE8	-	The influence of the grain size of the Quartz Dust as wearing material in engine oil on the wear behaviour of different pairs of bearing material.	Wollinger and Brockstedt	7. 6. 44
SE9	-	The influence of the surface pressure and the sliding velocity, as well as the hardness of bearing material, on the wear behaviour with Quartz Dust as wearing material in Engine Oil.	Wollinger and Brockstedt	20. 2. 45

German Automotive Research.

By the Laboratory for Lubrication Research
of the Technical College, Dresden.

SF1	71	Interim report on comparative test on Bearing Shell materials.	Doring	May 1939
SF2	76	Interim report on the running test of a Truck Engine with Synthetic Resin Bonded Crankshaft	Doring	-
SF3	83	Interim Report on new Methods of Evaluating the lubricating ability of Oils and Fats	Pietsch	Apr 1940
SF4	104/1941	Interim report. Methods of determining the Technical Lubricating ability of Lubricants.	Heidebrook	Oct. 1941
SF5		Hydrogen as Motor Fuel.	Oehmichen	1942.

By the Institute for Brown Coal - and
Mineral Oil Research of the Technical College,
BERLIN

SF6	109	Interim report on the production of lubricating Oils from Brown Coal Tar.	Marder and Feichtinger	1942
SF7	120	-ditto-	Heinze	1944
SF8	92	"	Marder and Hertz	1941
SF9	93	Usability of Ignition Accelerators for Diesel Fuels.	Heinze Marder & Veidt.	1941

<u>CIGS</u> <u>NO</u>	<u>REF</u> <u>NO</u>	<u>TITLE</u>	<u>Author(s)</u>	<u>DATE</u>
		<u>Research and Official Test Installation for Road Transport</u>		
SF10	85	Interim Report on Investigations on Dust Filters for Combustion Engines	Schmidt	June '40
SF11	78	<u>Public Material Testing Station</u> Interim Report. Testing the effect of fuel additives and their Combustion products on the Metals used in engine construction.	Schikorr Alex	-
		<u>Department for Industrial Construction, BERLIN.</u>		
		<u>Four Year's Plan Institute for Road Transport at the Technical College, Berlin.</u>		
SF12		Interim Report on the Testing of a Fibrous material Oil Cleaner.	Schwarz	Mar '44
		<u>German Automotive Research</u> <u>By F.K.F. of the Technical-College, Stuttgart.</u>		
SG1	74	Interim Report. Test on the Engine behaviour of Synthetic Otto Fuels.	Auber and Widmaler	12.6.39.
SG2	99	Interim Report. Tests on a Carburettor Engine with Self-Ignition.		
		By Working Group for questions of Engine Combustion for the Trade Ministry.		
SG3	91	Interim Report. Mixture formation and Burning. The position of the research on the sphere of Diesel Engine type working methods.	Various	1.10.40
SG4	111	Interim Report. 2nd Meeting of the working group for questions of engine combustion.	Various	1942
SG5	118	Interim Report. 3rd Meeting of the working group for questions of engine combustion.	Various	1943
SG6	-	Research Plan 1939/40.		
		<u>D.V.L. BERLIN</u>		
S HL	-	Instructions for use of the D.V.L. Exhaust Gas tester for combustion engines	Broicher	Aug. '42
SH2	-	Investigation of the running properties of Radial Loaded Segment Bearings with lead bronze and light metal surfaces.	Sieckenburg	4.11.42.

<u>CLOC NO</u>	<u>REPT. NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
SH3	-	1941 Year Book of German Aviation Research.	-	-
SH4	-	1942 Year Book of German Aviation Research.	-	-
SH5	Vol. 54.	Publication of the German Academic of Aviation Research.	-	-
A SH6	1639	Behavior of rubber at low temperatures.	Küch and Telschow	5. 4. 41.
		<u>Miscellaneous Reports by Stuttgart Personnel.</u>		
SJ1	53	Deposits in cleaners of the circulatory process (F.K.F. Stuttgart)	Widmaier	5. 6. 42
SJ2	-	Ring Movement and Ring Breaking (from 1940 Year book of the German Aviation Research.	Kuhm	-
SJ3	-	The Construction of Observation Windows in Engines (FKF Stuttgart)	Graff	-
SJ4	-	Tests with GML in the DE60LF Engine. (F.K.F. Stuttgart)	Held	22. 5. 41
SJ5	-	Investigation on the boiling and aging behaviour of lubricating oils. (From 1941 Year Book of German Aviation Research.	Widmaier & Wenninger	-
SJ6	-	Artificial and Engine Aging of Lubricating Oils. (From 1940 Year Book of the German Aviation Research)	Widmaier	-
SJ7	-	(Draft) Report of the activities of the F.K.F. Stuttgart	Kamm	-
SJ8	-	Test apparatus for Diesel Fuels (FKF Stuttgart)	-	-
SJ9	-	Draft of paper on additives for lubricating oils.	-	-
		<u>Miscellaneous Reports.</u>		
SK1	-	Technical Reports Z.W.B (Collection of papers)		1. 9. 42
SK2	-	Influence of Residual Gas Scavenging and mixture stratification on the power and consumption of a 4-stroke-Otto-Engine	Siegel	24.10.42
SK3	-	<u>German Air Ministry. General Director of Aircraft, GLSV. Outline of Constructional directions for Aero Engines (BVM) Test directions for Aero-Engine Fuels for use in Diesel engines.</u>		May. 39.

<u>CICG</u> <u>NO.</u>	<u>REF</u> <u>NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
SK4	-	Institute for Chemical Technolo. of the Technical College Test Laboratory for Mineral Oils Research Report. Experiences with the Electro-Acoustic Knock Investigation of Aero Engines.	Punck	May.45
SK5	12	High Command of the German Air Force. Results of Evaluation of Booty. The Bearings of the British Aero Engine Aristol. "Hercules XI"	Perret and Andres.	30.8.44
SK6	-	Preparation of improved Lubricating oils from indigenous crude oils	Urbelohde	1.3.37
SK7	-	<u>Physico-Physical-Chemical Test</u> <u>Laboratory.</u> On the influence of Air Pressure on Fuel investigation in the Ignition Value Tester.		
SK8	-	The Principles of temperature measurement and their shortcomings.		
SK9	-	Improving the cold startability and winter capabilities of Road Transport		31.7.42
SK10	-	Cold starting tests with Road Transport Diesel Engines.		20.2.40
SK11	-	On the relation between lubrication and Wear with Lubricated Sliding Friction	Heidebrock	May 1944.
SK12	-	Spherical Piston KVP 0501. 0505		
SK13	-	List of Reports of the Army Test Establishment Peenemunde		16.3.41
SK14	-	Wear Measurement in the BMW Oil Test Engine (Intava)	Wenzel	27.10.44
SK15	-	aviation Research Vol.20.No.8.Strength properties of high strength light arc-welded joints of steel.	Cornelius and Belienrath	30.6.45
SK16	-	Construction of recept for special prints (file)		
<p>I.G.FARBEN A.G. TECHN. PRUFSTAND OP.200.</p>				
SL1	426	Ignition Delay Measurement with the F.K.F.S. - Ignition Delay Measuring Apparatus.	Schuch(?)	30.7.40
SL2	440	The Reference Fuel Z as secondary reference Fuel for knock value estimation.	Singer	22.11.40
SL3	439	Comparative Tests on Knock engines (VW82)	Singer	21.11.40

<u>CICG</u> <u>NO.</u>	<u>TEST</u> <u>NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>DATE</u>	<u>BY</u>
SL4	465	Half-yearly comparative tests on knock engine (V.V.75)		
SL5	476	Comparative tests on the 1.0. Test Diesel.	10.11.41	Singer
SL6	480	Half-yearly comparative tests on knock engine (V.V.75)	11.11.41	Wolter
SL7	520	Half-yearly comparative test on knock engine. 10th Test Series October 1941.	1.11.41	Singer
SL8		The Meeting of the working group for knock measurement on 15th and 16th November 1941 at Oppau.	15.11.41	Singer
SL9		The Fifth meeting of the working group for knock measurement on 16th and 17th February 1942 at Oppau.		
"B" SL10	420	Comparison tests on knock testing engine (V.V.75)	27.7.40	
SL11	458	Effect of intake temperature and compression ratio on the shape of the knock-limit curves in the supercharge test.	22.8.41	
SL12	470	Fuel rating in small single cylinder motor (Oppau process)	7.8.41	
SL13	478	Apparatus for testing the lubricating power of oils by determining the wear and tear.	10.10.41	
		<u>Officer in Charge of the Luftwaffe</u> <u>The Chief of the Technical Equipment</u>		
SM1		The starting of Aero engines in winter (Apparatus - handbook)	14.10.44	
SM2		Technical Knowledge, Test and Consulting Departments, Technical College, Stuttgart.	Feb. '39	
SM3		On the Scope of Z.B.	1941	
SM4		Construction Group of the 'A' Engines (FKFS 540) (Photographs)	1942.	
SM5		Miscellaneous manuscripts.	15.4.44	
SM6		Typed Sheet	25.8.45	
SN1		Power Measuring Apparatus		
SN2		Immediate Indicator Electric Speed Swinging Recorder on the basis of a Contra-Inductive Measuring method.	4.12.40	Stieger
SN3-8		File of Electric Indicator readings		

SC 12

000061



FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR KRAFTFAHRWESEN UND
FAHRZEUGMOTOREN
TECHNISCHE HOCHSCHULE STUTTGART

Druck- und Temperaturme-
sungen am Saugersystem und
an der Grundlagern eines
1500-5-Motors.

FKF Nr. 444

0/1084



FKFS (Forschungsinstitut für Kraftfahrzeuge und Kraftmaschinen)
der RWTH Aachen
3, 800 Aachen

Druck- und Temperaturmessungen am
Schmier-system und an den Grundla-
gern eines DB 605-Motors.

000002

I. Teilbericht über

Druck- und Temperaturmessungen am Schmier-system und an den
Grundlagern eines DB 605-Motors.

FKFS-Zwischenbericht Nr. 444

Von: Hampp

Datum: 22.5.43

Erstellt für:

Erstellt durch:

A.-Nr. 90978



Druck- und Temperaturmessungen an Schmierystem und an den Grundlagern eines DB 605-Motors.

Druck- und Temperaturmessungen an Schmierystem und an den Grundlagern eines DB 605-Motors.

000003

I. Teilbericht über

Druck- und Temperaturmessungen am Schmierystem und an den Grundlagern eines DB 605-Motors.

Übersicht:

Im Rahmen der Gesamtaufgabe, die Betriebssicherheit der Gleitlagerung raschlaufender Flugmotoren zu steigern, wurden Untersuchungen zu der Frage nach den Ursachen von bis jetzt ungeklärten Lagerschäden, die bei überwiegend einwandfreiem Verhalten und Aussehen der übrigen Pleuellager in immer wiederkehrenden Einzelausfällen von Pleuellagern und einem unbefriedigenden Laufbild bei den Grundlagern bestehen, in Angriff genommen. Hierbei sollte zuerst geklärt werden, ob sich von der Seite der Ölversorgung, d.h. auf dem Wege des Schmiermittels von der Pumpe bis zu den einzelnen Schmierstellen Anhaltspunkte für die Ursachen der genannten Schwierigkeiten erkennen lassen. Es wurde dabei vor allem an Unregelmässigkeiten im Schmierystem, wie ungleiche mengenmässige Verteilung oder grössere Druckunterschiede an einzelnen, dem Bedarf nach gleichartigen Schmierstellen sowie grössere Druckschwankungen, zeitweiligen Druckabfall oder vollständige Unterbrechung des Zuflusses zu einzelnen Schmierstellen gedacht. So könnte der Ölstrom beispielsweise durch Luft- oder Dampfblasen unterbrochen sein. Die ausreichende Schmierung der Lager ist ausserdem in Frage gestellt, wenn Ölschaum statt reinem Öl zugeführt wird.

Die geplanten Versuche haben den Zweck, Klarheit über diese Vermutungen zu schaffen. Die bis jetzt durchgeführten Versuche sollten vor allem die messtechnischen Möglichkeiten zur Erfassung der wichtigsten Vorgänge im Schmierkreislauf und ihrer Auswirkung auf den Betriebszustand der Lager prüfen sowie die Unterlagen für die Entwicklung weiterer geeigneter Messverfahren vermitteln.

Verfasser: Hampp

Tag: 22.6.43

Ersatz für

Ersatz durch

A.Nr. 90978



VVA
Forschungsinstitut für
innere Combustion
Motoren
am RWTH Aachen
21000 Aachen

Druck- und Temperaturmessungen am
Schmieresystem und an den Grundla-
gern eines DB 605-Motors.

Bl. 2

Gliederung

000004

1. Einleitung.
2. Umfang der Versuche.
3. Ausbildung der Meßstellen und Durchführung der Messungen.
4. Versuchsergebnisse
 - a) Entwicklung des Öldrucks beim Anfahren.
 - b) Verlauf der Öltemperatur beim Anfahren und Warmfahren.
 - c) Verlauf der Lagertemperatur beim Anfahren und Warmfahren.
 - d) Druck- und Temperaturverteilung im Schmieresystem.
 - e) Vergleich der einzelnen Grundlager bezüglich der Lagertemperatur.
 - f) Einfluß des Betriebszustands (Belastung und Drehzahl) auf Öldruck, Öltemperatur und Lagertemperatur.
 - g) Lagerzustand nach den Versuchen und Zusammenhänge mit den gemessenen Lagertemperaturen.
 - h) Beobachtungen über die Stetigkeit der Druck- und Temperaturverhältnisse im Schmieresystem.
5. Zusammenfassung.

Vorbereitet von:
VVA-Prüfer: Hampp

Tag: 22.6.43

Ersetzt für

Ersetzt durch

A.Nr. 90978



Patentamt
für die
Deutschen
Bundesländer
und
für die
Stadt Berlin

Druck- und Temperaturmessungen an
Schmier-systemen und an den Grundla-
gern eines DB 605-Motors.

Bl. 3

1. Einleitung.

000005

Abgesehen von vermeidbaren Maß-, Einbau- und Werkstoff-
fehlern sowie von teilweisender völligen Versagen der Schmier-
ölförderung können für Gleitlagerausfälle oder schlechtes Lauf-
bild folgende Ursachen in Betracht:

- 1.) Ermüdung des Lagerwerkstoffes oder der Bindung zwischen
Auszug und Schale.
- 2.) Fremdkörper (Schmutz, sonnigelnde Bestandteile).
- 3.) Ungenügende Schmierung
 - a) durch eine Ursache ausserhalb des Lagers, z.B. zu klein
bemessene Ölmenge, hohe Öleintrittstemperatur, Unter-
brechung oder Behinderung der Ölzufuhr, ungeeignete
Beschaffenheit oder Zustand des Schmiermittels (Zähig-
keit, Haftfähigkeit, Schaumbildung).
 - b) Ursache im Lager, beispielsweise bei Ölzuführung an
ungeeigneter Stelle, falsche Anordnung von Schmiernuten
konstruktiv, herstellungsmässig oder einbaubedingte
Verengungen des Schmierpaltts oder vorstehende Kanten,
an denen der Ölfilm abgestreift wird. Auch Verformun-
gen im Betrieb durch Kräfte oder Wärmedehnungen können
Spielveränderungen und Schmierpaltverengungen hervor-
rufen.

4.) Kantenbelastung.

Hohe örtliche Pressungen können, am ausgeprägtesten bei Kan-
tenbelastung, zu so geringen Schmierfilmdicken führen, dass
entweder wegen der Oberflächenrauigkeiten eine unmittelbare
Berührung eintritt oder aber die metallischen Gleitflächen sich
soweit nähern, dass Oberflächenkräfte wirksam werden.

5.) Hohe Lagertemperatur.

Die meisten der oben angeführten Erscheinungen haben entweder
durch verminderte Kühlwirkung des Schmiermittels, z.B. infol-
ge der kleineren Durchflussmenge bei Spielverminderung und
hoher Ölzuflusstemperatur oder durch die höheren Reibungszif-
fern bei Grenzschnierung eine Erhöhung der Lagertemperatur
zur Folge, die umgekehrt infolge der starken Temperaturabhän-
gigkeit der Schmiermittelzähigkeit die Schmierfilmdicke sowie
die Haftfestigkeit des Schmiermittels am Metall vermindert
und die Störungen verstärkt. Auf örtliche Temperaturerhöhun-

Verfasser: **Hampp**

Tage: **22.6.43**

Erstellt für

Erstellt durch

A.Nr. 90978



©Copyright-Behälter für
das Deutsche Patent- und
Markenamt
Bonn, 1943

Druck- und Temperaturmessungen an
Schmierösystemen und an den Grundla-
gern eines DB 605-Motors.

Bl. 4

000006

gen ist besonders zu achten, weil diese in den Ölbadtemperaturren und der an einer anderen Stelle gemessenen Lagertemperatur nur wenig in Krecheinung treten.

Die Lagertemperatur steigt aber vor allem bei Erhöhung der Drehzahl an. Sie muss u.U. auf die zulässige Höhe durch Verbesserung der Ölmenge, stärkere Rückkühlung des Öls oder durch Kühlung von aussen gesenkt werden.

Hohe Temperaturen können zu einem Nachlassen der Festigkeit des Lagermetalls, zum Ausschmelzen von Lagerungsbestandteilen und zur Entfernung der adsorbierten Schichten führen.

Bei den Entwicklungsarbeiten an Kurbelwellenlagerungen wird vor allem als Mangel empfunden, dass der Erfolg der zur Verbesserung der Schmierung und des Lagerbetriebs getroffenen Maßnahmen nicht unmittelbar, d.h. durch ein kurzes Prüfverfahren festgestellt werden kann. Bis jetzt können, da es sich wie eingangs erwähnt um Einzelausfälle handelt, nur durch eine grosse Zahl von Dauerläufen annähernd zuverlässige Schlüsse gezogen werden. Eine wesentliche Aufgabe der begonnenen Arbeiten besteht daher auch darin, Messverfahren zu entwickeln, die eine objektive und möglichst rasche Beurteilung des Betriebszustandes ermöglichen, in dem sich das Lager befindet. Auf dieser Grundlage sollen dann verschiedene Motorbaumuster - auch ausländische Beutemotoren - sowie verschiedene Lagerungen, Schmierösysteme und Änderungen an diesen miteinander verglichen werden.

2. Umfang der Versuche.

Die Versuche wurden an einem DB 605-Motor¹⁾ durchgeführt und umfassen die Messungen folgender Grössen:

1.) Öldrücke im Hauptschmierkanal, vgl. Bild 1, und zwar jeweils gegenüber dem Abzweigkanal zum Grundlager (Messstelle a), ferner unmittelbar vor dem Eintritt ins Grundlager (Messstelle b) und schliesslich am Ende der über 140° unter der unteren Lagerschalenhälfte sich erstreckenden Verteilungsnut im Gehäuse (Messstelle c). In einzelnen ist die Anbringung der Messstellen Bild 2 und 3 zu entnehmen.

¹⁾ Motor Nr. 78200

Erstellt von: Hampp

Tag: 22.6.43

Erstellt für:

Erstellt durch:

A.Nr. 90978

000007

2.) Öltemperaturen, und zwar vor dem Eintritt des aus dem Motor kommenden Öls in die Hauptdruckpumpe sowie an einzelnen Stellen (s. unter 1.) für die Öldrücke angegeben, unmittelbar neben den Druckmeßstellen (Meßstellen x, y und z).

3.) Lagertemperaturen, und zwar in der unteren Lagerschalenhälfte 7 mm seitlich der Mittelachse, vgl. Bild 4, und an zwei Stellen der oberen Lagerschalenhälfte, beide Meßstellen in der Mittelachse, bei den Lagern 2 bis 7 15° vor bzw. 30° (auf die Drehrichtung der Kurbelwelle bezogen) nach dem Scheitel, bei Lager 1 30° vor und 15° nach dem Scheitel der oberen Lagerschalenhälfte.

4.) Probeweise war außerdem in jeder der oberen Lagerschalenhälften eine elektrische Kontaktstelle angebracht, Bild 4, die Grenzverhältniszustände anzeigen sollte.

Messungen und Beobachtungen der genannten Größen wurden beim Anfahren aus dem kalten und warmen Zustand des Motors sowohl mit Anfahrtdynamik als auch mit Schwungkraftanlasser, ferner während des Vorfahrens sowie beim raschen Hochfahren durchgeführt. Außerdem wurde im Beharrungszustand bei folgenden Betriebszuständen gemessen:

Drähzahl U/min.	Ladedruck ata
2100	1,2
2300	1,3
2600	1,4
2800	1,5

3. Ausbildung der Meßstellen und Durchführung der Messungen.

Die konstruktive Ausbildung der Meßstellen ist Bild 2, 3 und 4 zu entnehmen. Da die Messung der Öldrücke mit Rücksicht auf den rasch verlaufenden Anfahrvorgang und etwaige kurzzeitige Druckschwankungen im Betrieb möglichst störungslos vorgenommen werden sollte, wurde ein Druckmittel verwendet, das es gestattet, die Leitungen zu den Manometern mit einer weniger zähen Flüssigkeit zu füllen. Gegenüber dem Schmieröl des Motors war die Übertragungsflüssigkeit im Druckmittel durch einen als Membran wirkenden Stahl-Pederungs-



Druck- und Temperaturmessungen an
Schmierölen und an den Grenz-
schichten eines 2500-Motors

Druck- und Temperaturmessungen an
Schmierölen und an den Grenz-
schichten eines 2500-Motors

21.6

000008

Körper abgeschlossen. Die einzelnen Druckkittler wurden vor Inbetriebnahme geeicht. Unmittelbar am Manometer war ein verstellbarer Vorspannungsgeber ebenfalls unter Verwendung eines Federungskörpers angebracht, mit dem alle Manometer auf dieselbe Vorspannung eingestellt wurden. Während des Anfahrvorganges wurden die Manometer gefilkt. Nach dem Anfahren wurden in 1/2 bis 1minütigen Abständen Einzelaufnahmen gemacht.

Die Öltemperatur wurde jeweils in unmittelbarer Nähe der Druckmessstelle mit Cu-Konstantan-Thermoelementen gemessen. Wegen Schwierigkeiten der Anbringung lag dabei die Meßstelle nicht im Ölstrom, worauf bei der Wertung der Versuchsergebnisse zu achten ist.

Die Lagertemperaturen wurden ebenfalls mit Cu-Konstantan-Thermoelementen gemessen, die bis auf 1 mm unter die Lauffläche in der Lagerschale herangeführt waren.

Zur elektrischen Kontaktmessung wurde ein Bronzestift von 1 mm Durchmesser, durch eine Bernsteinfassung isoliert, in die Lagerschale eingesetzt und der Lauffläche durch Feinbearbeitung von Hand so gut als möglich angepasst. Man liess dabei den Kontaktstift eher etwas über die Lauffläche vorstehen, damit im Betrieb ein Einlaufen bis zur völligen Anpassung an die Lauffläche stattfinden konnte.

4. Versuchsergebnisse.

a) Entwicklung des Öldrucks beim Anfahren.

Beim Anfahren aus dem kalten Zustand (+ 20°C) entwickelte sich der Öldruck (> 0,1 at) an der Meßstelle a nach etwa 1/2 s, während die Meßstellen b und c nach 2 bzw. 2 1/4 s folgten, Bild 5. Von hier ab steigt der Druck sehr rasch an, stark beeinflusst vom Verlauf der Motordrehzahl. Bei rascher Drehzahlsteigerung erreicht der Öldruck seine volle Höhe einige Sekunden nach der Drehzahlspitze, bei nicht allzu rascher oder stufenweiser Drehzahlsteigerung verläuft der Druckanstieg ziemlich gleichzeitig mit der Drehzahl. An der Meßstelle c, also am Ende der Verteilungsnut, bleibt der Druck beim Anfahren aus dem kalten Zustand anfangs, in dem Beispiel Bild 5 um etwa 1,7 bis 1,8 at, gegenüber a zurück, während der Druckabfall von a nach b kleiner ist. Beim Anfahren aus dem

Bezeichnung	Verf.	Erstellt für	Erstellt durch
Beapp	22.5.43		A.Nr. 90978



Deutscher Versuchsausschuss für
innere Verbrennungsmotoren
VDA

Druck- und Temperaturmessungen an
Schmierpumpen und an den Grundla-
gern eines DB 605-Motors.

Bl. 7

000009
warmen Zustand, vgl. Bild 6, ist der Druckabfall von a nach c
wesentlich geringer als beim Anfahren aus dem kalten Zustand.
Die Druckentwicklung ist hier bei allen Meßstellen etwa gleich-
seitig nach $1\frac{2}{3}$ s zu beobachten. Bei dem Bild 6 zugrundelie-
genden Versuch war die volle Drehzahl nach $\frac{2}{3}$ s erreicht,
der volle Öldruck stellte sich nach etwa 7 s ein und betrug
8 atü gegenüber 10,5 bis 11 atü beim Anfahren aus dem kalten
Zustand. Der volle Öldruck wurde dabei beim Anfahren aus dem
kalten Zustand fast ebenso rasch erreicht, wie beim Anfahren
aus dem warmen Zustand, obwohl die Drehzahl weniger rasch ge-
steigert worden war. Nach 3 s betrug der Öldruck etwa 1,5 atü.

Nach Beendigung des Anfahrvorgangs sinkt der Öldruck bei
steigender Öltemperatur allmählich ab, Bild 7. Eine Abnahme
der Öltemperatur, z.B. beim Einschalten des Ölkühlers, hat un-
mittelbar eine Zunahme des Öldrucks zur Folge. Auch auf Dreh-
zahlschwankungen spricht der Öldruck unmittelbar an.

Die an den Meßstellen a und b gemessenen Drücke über-
schneiden sich mehrfach und zeigen mitunter ohne sichtbaren
Anlass Unstetigkeiten. Diesen Unterschieden ist keine beson-
dere Bedeutung beizumessen, da sie wahrscheinlich darauf be-
ruhen, dass auf dem Film beliebige Phasen der von den Manome-
tern ausgeführten Zeigerschwankungen festgehalten wurden. Aus-
serdem machte sich bei der Übertragung durch die Druckmittler
eine gewisse Temperaturabhängigkeit bemerkbar. Immerhin lag
aber die Meßstelle c auch nach dem eigentlichen Anfahrvorgang
0,1 bis 0,3 at niedriger, was auf einen Druckabfall durch die
Ölentnahme aus der Verteilungsnut hinweist.

b) Verlauf der Öltemperatur beim Anfahren und Warmfahren.

Die vor der Hauptölpumpe gemessene Öltemperatur begann
bei dem Versuchslauf, der Bild 8 zugrunde liegt, etwa $\frac{1}{2}$ min
nach dem Anfahren anzusteigen. Bei konstanter Drehzahl und
Leistung, wie bis zum Punkt A in Bild 8, verläuft der Anstieg
etwa geradlinig, bei höherer Drehzahl wird der Anstieg steiler
wie beispielsweise nach dem Punkt A. Die Erhöhung der Motor-
drehzahl wirkt sich hierbei etwa $1\frac{1}{2}$ min später auf die Öl-
temperatur vor der Pumpe aus. Im Punkt B, dem nach 21 min
eine Öltemperatur von $71,5^{\circ}\text{C}$ entsprach, wurde der Ölkühler
eingeschaltet, worauf die Meßstellen x, y, z in der umgekehr-

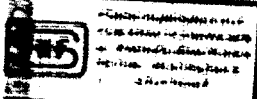
Hamp

22.6.43

Erstellt für

Erstellt durch

A.Nr. 90978



Druck- und Temperaturmessungen an
Schlierensystem und an der Grundin-
genz eines 35 605-Motors.

Bl. 7

000009

warmen Zustand, vgl. Bild 6, ist der Druckabfall von a nach c wesentlich geringer als beim Anfahren aus dem kalten Zustand. Die Druckentwicklung ist hier bei allen Meßstellen etwa gleichzeitig nach 1 1/2 s zu beobachten. Bei dem Bild 6 zugrundeliegenden Versuch war die volle Drehzahl nach 3 1/2 s erreicht, der volle Öldruck stellte sich nach etwa 7 s ein und betrug 6 atü gegenüber 10,5 bis 11 atü beim Anfahren aus dem kalten Zustand. Der volle Öldruck wurde dabei beim Anfahren aus dem kalten Zustand fast ebenso rasch erreicht, wie beim Anfahren aus dem warmen Zustand, obwohl die Drehzahl/weniger rasch gesteigert worden war. Nach 3 s betrug der Öldruck etwa 1,5 atü.

Nach Beendigung des Anfahrvorgangs sinkt der Öldruck bei steigender Öltemperatur allmählich ab, Bild 7. Eine Abnahme der Öltemperatur, z.B. beim Einschalten des Ölkühlers, hat unmittelbar eine Zunahme des Öldrucks zur Folge. Auch auf Drehzahlschwankungen spricht der Öldruck unmittelbar an.

Die an den Meßstellen a und b gemessenen Drücke überschneiden sich mehrfach und zeigen mitunter ohne sichtbaren Anlaß Unstetigkeiten. Diesen Unterschieden ist keine besondere Bedeutung beizumessen, da sie wahrscheinlich darauf beruhen, dass auf dem Film beliebige Phasen der von den Manometern ausgeführten Zeigerschwankungen festgehalten wurden. Ausserdem machte sich bei der Übertragung durch die Druckmittler eine gewisse Temperaturabhängigkeit bemerkbar. Immerhin lag über die Meßstelle c auch nach dem eigentlichen Anfahrvorgang 0,1 bis 0,3 at niedriger, was auf einen Druckabfall durch die Ölentnahme aus der Verteilungsnut hinweist.

b) Verlauf der Öltemperatur beim Anfahren und Warmfahren.

Die vor der Hauptölpumpe gemessene Öltemperatur begann bei dem Versuchslauf, der Bild 8 zugrunde liegt, etwa 1/2 min nach dem Anfahren anzusteigen. Bei konstanter Drehzahl und Leistung, wie bis zum Punkt A in Bild 8, verläuft der Anstieg etwa geradlinig, bei höherer Drehzahl wird der Anstieg steiler wie beispielsweise nach dem Punkt A. Die Erhöhung der Motordrehzahl wirkt sich hierbei etwa 1 1/2 min später auf die Öltemperatur vor der Pumpe aus. Im Punkt B, dem nach 21 min eine Öltemperatur von 71,5°C entsprach, wurde der Ölkühler eingeschaltet, worauf die Meßstellen x, y, z in der umgekehr-

Hampp	Tag: 22.6.43	Erstellt für	Erstellt durch
			A.Nr. 90978

000010

ten Reihenfolge wie in Punkt A, d.h. entsprechend ihrer Ent-
fernung von der Meßstelle z, ansprechen.

AA Den in Innern des Motors gelegenen Meßstellen x, y
und z steigt die Öltemperatur anfangs rascher an als die Tempe-
ratur vor der Pumpe, weil die Motormärme hier unmittelbar mit-
wirkt. Am stärksten ist deshalb der Anstieg bei z, da sich die-
se Meßstelle am Ende der Verteilungsmit in einem Sackloch be-
findet, also ausserhalb der Strömung und dadurch mehr den Umge-
bungseinflüssen, d.h. der Gehäusetemperatur ausgesetzt. Die
Temperatur x im Hauptschmierkanal, jeweils an der Abzweigung
zu den Grundlagern ist etwa 20° höher als vor der Pumpe. Bei
y am Ende des Abzweigkanals und kurz vor dem Eintritt ins Lager
ist die Öltemperatur um weitere 6° angestiegen. Bei z, am
Ende der Verteilungsmit unter der unteren Lagerschale, ist die
Temperatur nach Einschalten des Ölkühlers weitere $23 - 24^{\circ}$ hö-
her als bei y. Eine Senkung der Öleintrittstemperatur um 15° ,
wie in Bild 8, liess x um 19° , y um $17 - 18^{\circ}$, dagegen z um nur
 12° fallen. Hieran wird wieder der grössere Anteil der Umge-
bungseinflüsse bei der Meßstelle z deutlich. Trotzdem folgt
die Temperatur bei z allen Änderungen der Öleintrittstempera-
tur. Je weiter die Meßstelle vom Öleintritt entfernt liegt,
umso später wirkt sich naturgemäss die Änderung aus. Bei x
ist die zeitliche Verschiebung unmerklich, bei y betrug sie
etwa $\frac{1}{2}$ min, bei z 1 min. Anders ist es bei einer Änderung
des Betriebszustandes, z.B. der Drehzahl, wo die Meßstelle z
durch die kürzere Verbindung mit den Quellen der Wärmeentwick-
lung am raschesten reagiert.

c) Verlauf der Lagertemperatur beim Anfahren und Warmfahren.

Bild 9. Die Lagertemperatur steigt in der ersten Minute nach dem
Anfahren sehr stark an, insbesondere an den Meßstellen y und
w in der belasteten Zone. Bei w beispielsweise betrug der
Temperaturanstieg in der 2. Hälfte der ersten Minute 30°C . Die
Leistung war auf 300 PS angestiegen. Wie bei der Öltemperatur
äussert sich auch bei der Lagertemperatur eine Drehzahlsteige-
rung während des Warmfahrens in einer grösseren Steilheit des
Temperaturanstiegs. In der belasteten Lagerhälfte steigt die
Temperatur im ersten Augenblick sprunghaft an. An der Meß-
stelle u in der unteren Lagerschale steigt die Temperatur da-
gegen allmählich an und bleibt durchweg niedriger, weil die

Hamp	Tag: 22.6.43	Erstellt für	Erstellt durch	A.Nr. 90978
------	--------------	--------------	----------------	-------------

15

Drücke und Temperaturverteilung im
Schmier-system und an den Öl-ein-
tritten eines DR 605-Motors.

Bl. 9

000011

Belastungen geringer sind und das dort eintretende Öl eine Abkühlung ausübt.

Die Lagertemperatur folgt in überwiegender Masse der Öltemperatur, deren Abnahme sich bei u schon nach 12 min, bei v und w nach etwa 1 st. bemerkbar machte. Einer Abnahme der Öltemperatur um 14° folgte eine Abnahme der Lagertemperatur bei u um 12° , bei v um $13,5^{\circ}$ und bei w um 14° , also etwa in voller Höhe des Betrages, um den die Öltemperatur gesenkt wurde.

Bei u, in der weniger belasteten und auf der Seite des Öleintritts gelegenen Lagerhälfte war die Lagertemperatur z.B. beim mittleren Grundlager 4 und bei einer Motorleistung von 900 PS um 13° niedriger als an der Stelle v. Die Meßstelle w lag um weitere 2 bis 3° höher.

d) Druck- und Temperaturverteilung im Schmier-system.

Die Druckunterschiede im Schmier-system sind klein. Bei einer Drehzahl von 2100 U/min und Ladedrücken zwischen 1,1 und 1,4 ata lag der Druck im Hauptschmierkanal an der Abzweigung zum Lager 1 durchschnittlich 0,05 at höher als an der Abzweigung zum Lager 7. Da das Öl bei Lager 7 zufließt und bei Lager 1 der Hauptschmierkanal endet, macht sich darin bei der rein statischen Druckmessung die Stauwirkung bemerkbar. Der niederste Druck würde vielfach an den Abzweigungen zu Lager 4 und 5 gemessen und war etwa 0,1 at niedriger als bei Lager 1. Mit zunehmender Motordrehzahl scheint sich der niederste Druck mehr nach der Öleintrittsseite, d.h. nach den Lagern 5, 6 und 7 (bei 2800 U/min) zu verlagern, so dass schliesslich der Druck bei Lager 7 0,1 at niedriger als bei Lager 1 ist. Der höchste Druck zeigt sich dann auch häufig an der Abzweigung zu Lager 3 und liegt 0,15 bis 0,2 at über dem niedersten Wert.

Der Öldruck hängt hauptsächlich von der Öltemperatur ab. Ein Einfluss der Motorbelastung ist nicht zu erkennen. Der Einfluss der Drehzahl, der bei verhältnismässig kaltem Öl während des Anfahrens noch deutlich hervortritt, tritt im Beharrungszustand zurück.

Feinere Unterschiede im Öldruck zwischen den einzelnen Lagern, vor allem an den Meßstellen kurz vor Eintritt des Öls ins Lager (Meßstelle b) und am Ende der Verteilungsnut (Meß-

Hampp

Tag: 22.6.43

Erstellt für

Erstellt durch

A.Nr. 90978

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

Dreh- und Temperaturmessungen an
 Schmierlagern und an den Grundla-
 gern eines 200-kg-Motors.

Bl. 19

000012

stelle e) kennen mit dem vorherigen, auf die Erfassung des
 Anfahrvergangs abgestimmten Verfahrens nicht genau genug fest-
 gestellt werden und sollen bei den nächsten Versuchen ermit-
 telt werden, da sich u.U. Schlüsse auf den Betriebszustand
 des Lagers, z.B. die mit dem Spiel und der Lage der Schmier-
 schichten und -schichten zusammenhängenden Gleitfähigkeit er-
 möglichen.

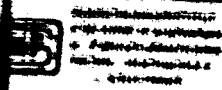
Die Öltemperatur nimmt im Hauptschmierkanal in Richtung
 zum Ölwanne zu weitesten entfernten Lager 1 nur wenig
 ab, Bild 10. In der Mittelstelle 7 beträgt der größte Unter-
 schied etwa 5°. Bei 8 scheint die Temperatur hoch etwas mehr
 zu sein, als bei Lager 2 schon 5° höher als beim La-
 ger 7. Der an Lager 3 gemessene Wert von 8 wurde nicht einge-
 tragen, da die Messstelle aus Herstellungsgründen eine andere
 Lage zu der Ölverteilung hatte als die übrigen Messstellen.
 Die Werte sind daher nicht ohne weiteres vergleichbar.

e) Vergleich der einzelnen Grundlager bezüglich der Lager-
temperatur.

Zum Vergleich werden die Lager 1, 4, 6 und 7 herange-
 zogen. Bei allen Lagern ist v größer als w , mit Ausnahme
 von Lager 6, wo $v = w$ ist. Dies stimmt gut mit dem nach den
 Versuchen festgestellten Lagerdruck überein, wonach der
 Schwerpunkt des Verschlusses auf der Seite von v liegt, vgl.
 Bild 16. Die Verlagerung nach dieser Seite ist am stärksten
 bei Lager 1 und 7, wo auch die größten Temperaturunterschie-
 de zwischen w und v auftreten. In Bild 11 sind die Lagertem-
 peraturen und die Öltemperatur y vor Eintritt ins Lager auf
 die Eintrittstemperatur z bezogen worden. Dann tritt die
 höchste Temperatur am Lager 1 an der Messstelle w auf.

Die Lagertemperaturen nehmen dann nach dem Lager 7 hin-
 ab. Die größte Unterschied zur Öltemperatur y unmittel-
 bar vor dem Lager, der einen Hinweis auf die Erwärmung des
 Lagers durch Reibungswärme oder schlechte Kühlung geben kann,
 tritt aber bei Lager 1 auf, Bild 12. Bei Lager 1 hängt die
 Verschlussschale nahe Lagertemperatur auch mit der höheren
 Öltemperatur vor dem Lager zusammen. Die Temperatur bei u in
 der inneren Lagerschale ist beim Lager 1 am niedrigsten, beim
 Lager 4 am höchsten. Die durch das Lagergehäuse stark beein-

Rang 1	22.6.13	1000 g	1000 g	A-Nr. 26978
-----------	---------	--------	--------	-------------



Druck- und Temperaturmessungen an
Schmierölen und an den Grundlagern eines 55 c05-Motors.

Bl. 11

000013

flusste Öltemperatur an der Stelle α ist bei Lager 1 infolge der Lage der Messstelle näher am Ölstrom am niedrigsten, in Übrigen nimmt die Öltemperatur bei Lager 7 etwas ab. Bemerkenswert ist, dass α beim Lager 6 wesentlich höher als v und w ist. Die Motorbelastung wirkt sich insbesondere auf α bei den einzelnen Lagern verschieden aus. Bei Lager 4 ist ein geringer stetiger Temperaturanstieg mit höherem Ladedruck zu verzeichnen. Lager 1 und Lager 7 zeigen ein Absinken der auf die Öltemperatur bei y bezogenen Temperaturen, beim Ladedruck 1,3 ata, das auf günstigeren Lagerbelastungsverhältnisse selbst gegenüber dem kleinsten Ladedruck 1,2 ata schliessen lässt. Ingesamt betrachtet nimmt die auf die Öltemperatur vor Eintritt ins Lager bezogene Lagertemperatur in der belasteten Lagerschale zwischen dem Ladedruck 1,1 ata und 1,4 ata um 3 bis 4° zu, vgl. Bild 12, Lager 1 und 6.

In Abhängigkeit von der Drehzahl steigen die Lagertemperaturen beim Lager 4 mit höherer Drehzahl bei gleichem Ladedruck am meisten an, beim Lager 1 am wenigsten bzw. fast gar nicht, Bild 13 und 14. Bezogen auf die Öltemperatur vor Pumpen nehmen beim Lager 1 die Lagertemperaturen u und v mit höherer Drehzahl sogar ab, weil die Öltemperatur y vor Eintritt ins Lager wahrscheinlich infolge grösserer Durchflussmenge abnimmt. Grundsätzliche Unterschiede in den gegenseitigen Temperaturverhältnissen der einzelnen Lager treten bei Änderung der Motorbelastung (1,3 ata Ladedruck in Bild 13, 1,4 ata in Bild 14) nicht auf. Dass die Lagertemperaturen v und w bei dem Versuch mit Ladedruck 1,4 ata durchschnittlich 3 bis 4° niedriger liegen als mit dem Ladedruck 1,3 ata, hängt zunächst damit zusammen, dass die Öltemperaturen y vor Eintritt ins Lager bei dem Versuch mit 1,4 ata ebenfalls um etwa 4° niedriger sind. Der Grund dafür ist, dass die Messung mit 1,3 ata durchgeführt wurde, als der Motor schon 2 1/2 h (bei anderen Betriebszuständen) ununterbrochen in Betrieb war, während vor dem Versuch mit 1,4 ata eine Pause von 25 min hatte eingeschaltet werden müssen, in der sich der Motor abkühlte. Dadurch erwärmt sich das Öl in den Zuführungskanälen weniger.

Handl.	22.6.43	Erstpr.	Erstl. d. d. d.	A.Nr. 90978
--------	---------	---------	-----------------	-------------



Druck- und Temperaturmessungen an
Schaltgeräten und an den Grundlagengrößen
des Schaltgerätes

Druck- und Temperaturmessungen an
Schaltgeräten und an den Grundlagengrößen
des Schaltgerätes

Bl. 12

000014

f) Einfluss des Betriebszustandes (Belastung und Drehzahl) auf Öldruck, Öltemperatur und Lagertemperatur während bei konstanter Drehzahl und verschiedenem Ladedruck der Öldruck wie gewöhnlich umgekehrt wie die Lagertemperatur verläuft, vgl. Bild 15a, ist in Bild 15b der Einfluss der von der Motordrehzahl abhängigen Drehzahl und Fördermenge der Ölpumpe zu erkennen, wodurch trotz steigender Öltemperatur der Öldruck zunimmt oder bei stärkerer Zunahme der Öltemperatur wie in Bild 15c etwa gleich bleibt. Außerdem nehmen bei höherer Motordrehzahl die Lagertemperaturen in der belasteten Lagerhälfte stärker als die Öltemperatur zu, während sie bei konstanter Drehzahl und Erhöhung des Ladedrucks in erster Linie der Öleintrittstemperatur folgen. Der Unterschied zwischen der Öltemperatur kurz vor dem Eintritt ins Lager (y) und der Öltemperatur vor Pumpe (z) nimmt mit höherem Ladedruck etwas zu, das Öl erwärmt sich also in den Schmierkanälen infolge der zunehmenden Motorwärme mehr. Dementsprechend nehmen auch die Lagertemperaturen zu. Die auf die Öltemperatur y bezogenen Lagertemperaturen nehmen mit dem Ladedruck verhältnismässig wenig und nicht bei allen Lagern gleich zu, Bild 12. Dass y in Bild 15 beim Ladedruck 1,4 ata kleiner ist als bei 1,3 ata, rührt wiederum daher, dass vor dem Versuch mit 1,4 ata infolge Schwierigkeiten beim Einschalten des Höhenladers der Motor vorübergehend gedrosselt werden musste und sich dabei abkühlte.

Bei der Darstellung der Lagertemperaturen als auf die Öltemperatur vor Eintritt ins Lager bezogen und in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, Bild 16 und 17, zeigt sich ein bedeutend stärkerer Anstieg der Lagertemperatur mit zunehmender Drehzahl gegenüber der Zunahme bei höherem Ladedruck, insbesondere bei Lager 4. Bei den absoluten Lagertemperaturen ist die Zunahme dadurch etwas verringert, dass die Öltemperatur vor Lager, bezogen auf die Temperatur vor Pumpe, mit wachsender Motordrehzahl etwas abnimmt, Bild 14. Der Grund hierfür dürfte in der bei höherer Drehzahl grösseren Fördermenge und Strömungsgeschwindigkeit in den Zuführungskanälen zu suchen sein, wodurch sich das Öl auf seinem Weg zu den Lagern weniger erwärmt.

Hamp

Tag: 22.6.43

Ersatz für

Ersatz durch

A.Nr. 90978

000015

g) Lagerzustand nach den Versuchen und Zusammenhänge zwischen Lagerzustand und gemessenen Lagertemperaturen. Nach den Versuchen wurde der Motor geöffnet und der Lagerzustand festgestellt. Dazu ist zu bemerken, dass der Motor vor den Versuchen schon längere Zeit in Betrieb gewesen und auch nicht neu gelagert worden war. Die frühere Laufzeit und die Betriebsbedingungen sind nicht bekannt. Der Lagerzustand wird also zum Überwiegenden Teil durch den vorangegangenen Betrieb bestimmt worden sein.

Grundlager.

Ausgeprägter Verschleiss, Anzeichen von Grenzreibung und teilweise starke Riefenbildung zeigt sich zum Überwiegenden Teil an den oberen Lagerschalen. Bei den unteren Schalenhälften ist dagegen im wesentlichen noch die Zinnschicht erhalten und nur durch einzelne Riefen unterbrochen. An den Lagern 1, 2, 4 und 7 greift der Verschleiss in Drehrichtung über die Trennfuge hinaus, sei es infolge Verlagerung der höchsten Lagerdrücke in Drehsinn oder infolge Abstreifens des Ölfilms durch verformungsbedingte Verengungen oder durch Vorstehen der unteren Lagerschalenkante. Die Verlagerung des Hauptverschleisses im Drehsinn beträgt bei Lager 1 etwa 45° aus der Scheittelebene, bei Lager 2 und 4 etwa 30° und bei Lager 7 etwa 60° . Den geringsten Verschleiss zeigt Lager 1. Lager 3 hat grössten, aber sehr gleichmässigen, ausserdem symmetrisch zum Scheitel liegenden Verschleiss.

Haupt-Pleuellager.

Lager 7 hat nur schwache Riefen (auf Schaftseite etwas mehr), während Lager 2 insbesondere am einen Rand der Lauffläche und auf der Schaftseite stark riefig ist. Pleuel 3 hat ebenfalls an den Rändern schwächere Riefen, während Pleuel 4 besonders an einem Rand mittelstarke Riefenbildung aufweist. Pleuel 5 zeigt nur auf einer Seite der schaftseitigen Lagerhälfte eine grössere Zahl von Riefen und eine auffallend hellere Farbgebung auf der anderen Seite. Pleuel 6 ist im wesentlichen, insbesondere auf der Deckelhälfte, glatt und zeigt lediglich einige verformte Stellen an den Kanten der Deckelhälfte die auf Kantenpressungen schliessen lassen. Allgemein sind die

Handp	22.6.43	Erstellt von	Erweitert durch	A.Nr. 90978
-------	---------	--------------	-----------------	-------------



Druck- und Temperaturmessungen an
Schmierpatzen und an den Grundla-
gera eines D5 605-Motors.

Bl. 14

000016

Riefen auf der Schaftseite zahlreicher und stärker. An den
Deckelhälften sind einzelne Riefen meist nur an einem Rand
festzustellen, ein Zeichen für einseitige Belastung.

Nebenpleuellager.

Nebenpleuellager 1 hat eine sehr gute glatte Lauffläche.
Nebenpleuellager 2 zeigt auf einem größeren Teil der Lauf-
fläche Spuren hoher Temperaturen, hauptsächlich gekennzeichnet
durch eine Art poröser Stellen, die den Eindruck machen,
als ob Lagermetall ausgeschmolzen sei. Bei den Pleuellagern
3/4 und 5 bahnt sich dieselbe Erscheinung an, und zwar an
derselben Stelle am Auslauf der Verteilungsnut. Sämtliche
schaftseitigen Laufflächen unterscheiden sich durch einen
bronzefarbenen Teil und einen zusammenhängenden bläulich
schwarzen Teil etwa von der Hälfte der Verteilungsnut ab bis
zu der weiter von der Teilfuge entfernten Schmierbohrung. Die
deckelseitigen Laufflächen sind ebenfalls in Flächen verschie-
dener Farbtonung unterteilt. Die dunkleren Stellen liegen
hauptsächlich um die Schmierbohrungen.

Aus den an der unteren Lagerschale gemessenen Tempera-
turen u kann kein Zusammenhang mit dem Zustand der unteren
Schalen festgestellt werden. Den schlechtesten Zustand wies
die untere Lagerschale des Lagers 7 auf, dann folgte 4 und 1.
am besten war 5 und 3. Die höchste Temperatur u zeigte aber
gerade Lager 3, die niedrigste Lager 1, vgl. Bild 18. Dagegen
herrscht bei den oberen Lagerschalen gute Übereinstimmung.
Am schlechtesten war Lager 4 und 5, die auch die höchsten
Temperaturen v und w ergaben. Den besten Zustand zeigten die
Lager 7 und 1, von denen 7 die niedrigsten Temperaturen und 1
niedrigere Temperaturen als die meisten anderen Lager hatten.
Auch die Verteilung der Lauf- und Verschleißspuren am Lager-
umfang stimmen mit dem Verhältnis der Temperaturen v und w
weitgehend überein. Bei den Lagern 1, 2, 4 und 7 ist das
Tragbild in Drehrichtung gegenüber dem Lagerscheitel verla-
gert. Entsprechend wurden bei w höhere Temperaturen gemessen
als bei v. Bei den Lagern 5 und 6 liegt das Tragbild ziemlich
symmetrisch zum Lagerscheitel und v und w sind annähernd
gleich.

Von: Hampp

Tag: 22.6.43

Erstellt für

Erstellt durch

A.Nr. 90978



Drucke und Temperaturmessungen an Schmier-systemen mit an der Druckschleife eine DB 605-Motor.

Drucke und Temperaturmessungen an Schmier-systemen mit an der Druckschleife eine DB 605-Motor.

Bl. 15

000017

1) Beobachtungen über die Stetigkeit der Druck- und Temperaturverhältnisse im Schmier-system.
 Ausser Regelabweichungen und raschen Schwankungen des Öl-drucks, die von der Öltemperatur herrühren, zeigten die Druckmess-geräte auch nach längerer Beobachtungszeit keine Unstetig-keiten, d. h. keinen Druckabfall an, der nicht durch Anordnun-gen der Öltemperatur oder der Motordrehzahl bedingt gewesen wäre. Auch im Temperaturverlauf waren keine Unstetigkeiten zu bemerken. Vorübergehende Unterbrechungen in der Ölver-sorgung eines Lagers müßten sich durch eine Temperatursteigerung bemerkbar machen. Die vorgekommenen Temperaturschwankungen waren immer auf die Betriebsbedingungen, vor allem auf die Öltemperatur zurückzuführen.

5. Zusammenfassung:

Messungen an einem DB 605-Motor haben gezeigt, dass sich der Öl-druck beim Anfahren aus dem kalten Zustand bei einer Aussentemperatur von + 20°C im ganzen Schmier-system sehr rasch entwickelt. Etwa zwei Sekunden nach dem Anfahren beginnt bei dem üblichen Verlauf des Anlaufvorgangs auch un-mittelbar vor dem Lager der Öl-druck anzusteigen. Lediglich am Ende der Ölverteilungs-nut verzögert sich die Entwicklung des vollen Öl-drucks etwas. Eine Gefahr für die Lager ist während dieser kurzen Zeit kaum gegeben, zumal die Lager noch niedrigere Temperaturen besitzen. Ausserdem wurden keine nennens-werten Unstetigkeiten im zeitlichen Druckverlauf und in der Druckverteilung auf die einzelnen Lagerstellen festgestellt, die auf Unterbrechungen der Ölförderung oder ungleiche Be-lieferung der einzelnen Lager schliessen lassen. Die Öl-drücke sind im ganzen Schmier-system ziemlich gleich. Sogar am Ende der Verteilungs-nut unter der unteren Lagerschalen-hälfte ist im stationären Betriebszustand der Druckabfall sehr gering. Bei gleicher Drehzahl wird die Lagertemperatur von der Öl-eintrittstemperatur am meisten beeinflusst. Diese hängt einer-seits vom Betriebszustand, andererseits von der Rückkühlung ab. Der unmittelbare Einfluss der Motorbelastung, ausgedrückt im Ladedruck, auf die Lagertemperatur ist gering. Eine paral-lel laufende rechnerische Untersuchung der Lagerdrücke zeigt

Von: Hampp	Teg. 22.6.43	Erztl. für	Erztl. durch	A.Nr. 90978
------------	--------------	------------	--------------	-------------

Ergebnis der Temperaturmessungen im
Schmieröl und an den Grundla-
gen eines DB 92-Motors.

Bl. 14

000018

noch, dass bei verschiedener Motorbelastung die Lage der be-
lasteten Zone sich mehr ändert als der höchste oder mittlere
Lagerdruck. Dagegen verursacht eine Drehzahlsteigerung eine
wesentliche Temperaturerhöhung.

In Übereinstimmung mit der Lagerdruckermittlung, wonach
die obere Lagerhälfte am meisten beansprucht ist, sind die in
der oberen Lagerschale gemessenen Lagertemperaturen durch-
schnittlich 20° höher als in der unteren Lagerschale, wo zu-
dem das Öl zugeführt wird. Auch zwischen der Lage der höch-
sten Temperatur, der Temperaturverteilung auf die einzelnen
Grundlager und dem Lagerzustand lassen sich Beziehungen her-
stellen, so dass die Messung der Lagertemperatur als brauch-
bares Mittel zur Erfassung der Vorgänge im Lager angesehen
werden kann. Meßtechnisch bietet die Lagertemperatur bei
gröbster Genauigkeit der Messungen die geringsten Schwierig-
keiten.

Zur Frage der Steigerung der Betriebssicherheit der
Kurbelwellenlagerung lässt sich aus den Versuchen besonders
deutlich entnehmen, wie wirksam die Lagerkühlung durch das
Schmieröl ist. Mittel zur Verstärkung der Kühlwirkung sind
die Vergrößerung der Ölmenge und die Senkung der Öleintritts-
temperatur. Trotz der Erwärmung in den Schmierkanälen bleiben
Temperatursenkungen vor der Pumpe erhalten und kommen in an-
nähernd voller Höhe den Lagern zugute. Irgend ein Hinweis,
dass Unregelmäßigkeiten im Schmieröl auftreten, hat sich
bei den Versuchen bis jetzt nicht gezeigt.

Forschungsinstitut für Kraftfahr-
wesen und Fahrzeugmotoren an der
Technischen Hochschule Stuttgart
F. V. Dickert

Sachbearbeiter:
Dr.-Ing. Hampf

Hampf	Nr. 22.6.43	Erstellt für	Erstellt durch	A-Nr. 90978
-------	-------------	--------------	----------------	-------------

000018

noch, dass bei verschiedener Motorbelastung die Lage der be-
lasteten Seite sich mehr ändert als der höchste oder mittlere
Lagerdruck. Dagegen verursacht eine Drehzahlsteigerung eine
wesentliche Temperaturerhöhung.

In Übereinstimmung mit der Lagerdruckermittlung) wovon
die obere Lagerhälfte am meisten beansprucht ist, sind die in
der oberen Lagerchale gemessenen Lagertemperaturen durch-
schnittlich 20° höher als in der unteren Lagerchale, wo zu-
dem das Öl zugeführt wird. Auch zwischen der Lage der höch-
sten Temperatur, der Temperaturverteilung auf die einzelnen
Grundlager und den Lagerabstand lassen sich Beziehungen her-
stellen, so dass die Messung der Lagertemperatur als brauch-
bares Mittel zur Erfassung der Vorgänge im Lager angesprochen
werden kann. Messtechnisch bietet die Lagertemperatur bei
größter Genauigkeit der Messungen die geringsten Schwierig-
keiten.

Zur Frage der Steigerung der Betriebssicherheit der
Kurbelwellenlagerung lässt sich aus den Versuchen besonders
deutlich entnehmen, wie wirksam die Lagerkühlung durch das
Schmieröl ist. Mittel zur Verstärkung der Kühlwirkung sind
die Vergrößerung der Ölmenge und die Senkung der Öleintritte-
temperatur. Trotz der Erwärmung in den Schmierkanälen bleiben
Temperatursenkungen vor der Pumpe erhalten und kommen in an-
nähernd voller Höhe den Lagern zugute. Irgend ein Hinweis,
dass Unregelmäßigkeiten im Schmierölsystem auftreten, hat sich
bei den Versuchen bis jetzt nicht gezeigt.

Forschungsinstitut für Kraftfahr-
wesen und Fahrzeugmotoren an der
Technischen Hochschule Stuttgart

F. V. Dieken

Sachbearbeiter:
Dr.-Ing. Hampf

Hampf	Dt. 22.6.43	Extr. Nr.	Ermit. Nr.	A-Nr. 90078
-------	-------------	-----------	------------	-------------

3
 1. Die Drehzahl wird durch die Drehzahlmessung bestimmt.
 2. Die Drehzahl wird durch die Drehzahlmessung bestimmt.
 3. Die Drehzahl wird durch die Drehzahlmessung bestimmt.

Druck- und Temperaturmessungen an Schmierölpumpe und an den Schmierölpumpe sowie an den Schmierölpumpe.

31.17

ANZAHL

000019

Vorbereitung: Betriebszeiten des Motors 03 105 Nr. 70200 bei Versuchsserie I der Schmierölpumpe. Der Motor war nicht neu gelagert.

Laufzeit h	Drehzahl U/min	Leistung IS
145 +)	1500	270 - 430
235	2100	300 - 1200
205	2300	1050 - 1270
145	2500	1260 - 1390
105	2800	1295 - 1445

+): Die angegebenen Zeiten setzen sich aus mehreren Versuchsläufen zusammen, zwischen denen andere Betriebszustände gefahren wurden und d.h. auch Betriebspausen lagen.

Von: Hampf

Tag: 22.6.43

Erstellt für

Erstellt durch

90-978

000020

Bild 1

Querschnitt durch ein Kurbelwellengrundlager mit schematischer Darstellung der Temperaturmessstellen x, y, z im Ölkreislauf, u, v, w (v', w' für Lager 1) in der Lagerschale sowie der Öldruck-Messstellen a, b, c .

Bild 2

Schnitt durch die Öldruck- und -temperaturnehmestellen. Schnitt A-A'-B'-B in Bild 1.

Bild 3

Schnitt durch die Druckmessstelle c und die Öltemperaturmessstelle z' am Lager 1, Schnitt A-A' in Bild 1.

Bild 4

Schnitt durch die Temperaturmessstelle in der unteren Lagerschale und durch die Kontaktmessstelle, Schnitt C-D in Bild 1.

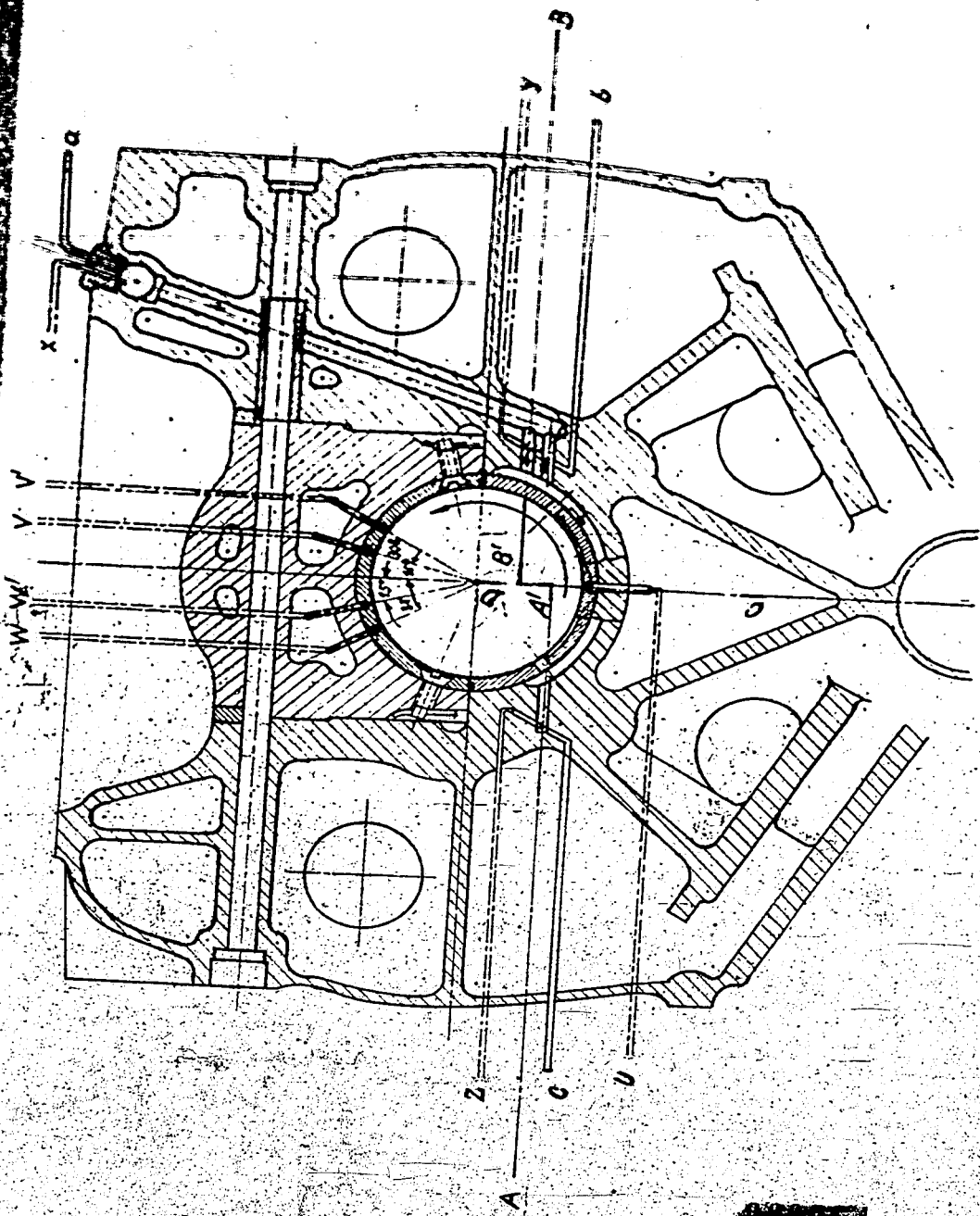
Bild 7

Öldruck- und Öltemperatur beim Warmfahren auf eine Öltemperatur von 80°C . Im Ursprung des Zeitmaßstabs war der Anfahrvorgang bereits beendet.

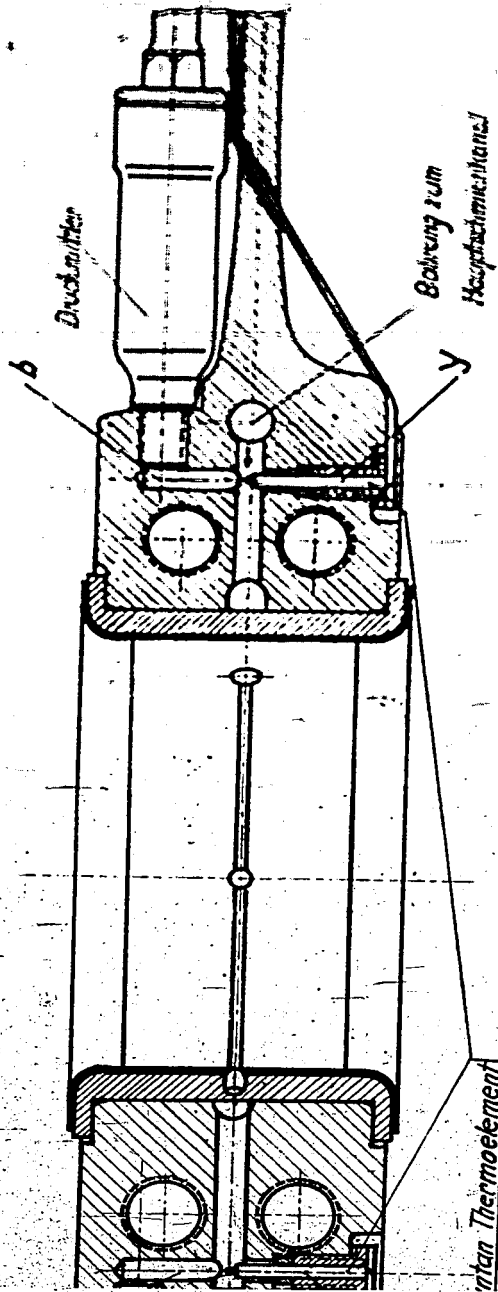
Bild 18

Öl- und Lagertemperaturen verglichen mit der Lage des Verschleisses am Lagerumfang. Beharrungszustand bei $n = 2300 \text{ U/min}$ und einem Ladedruck von $1,15 \text{ ata}$, $N = 1000 \text{ PS}$ Leistung.

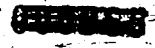
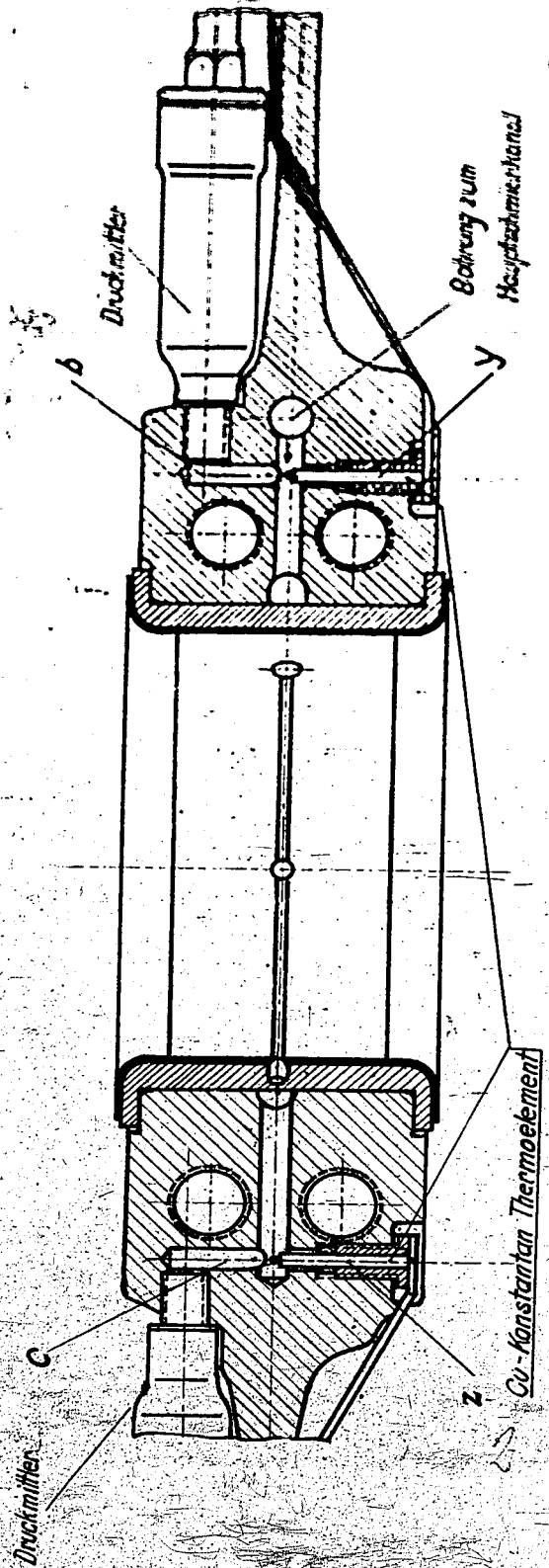
000021



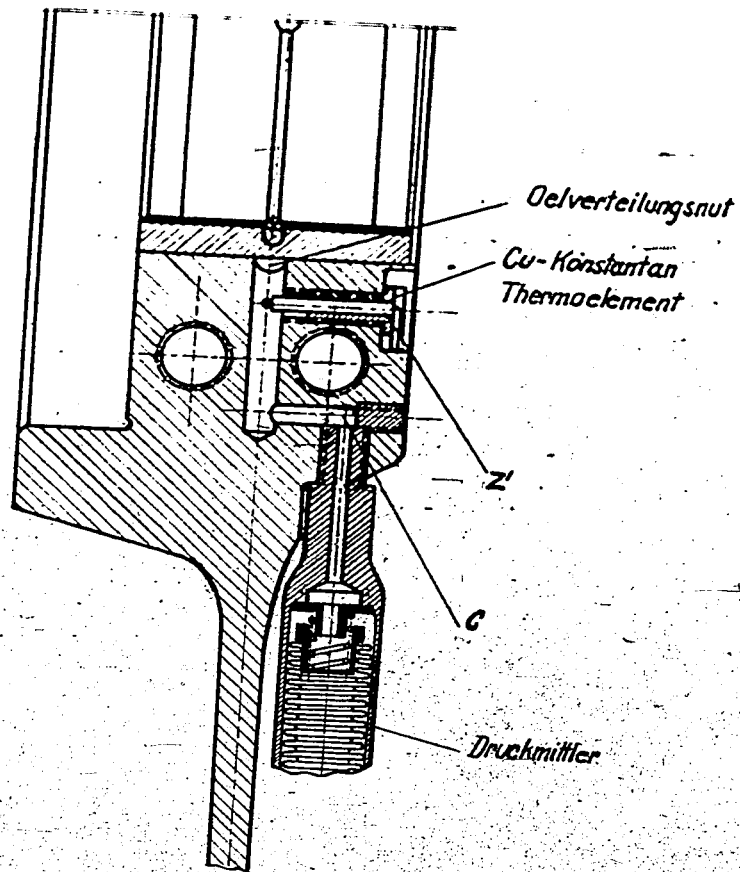
000022



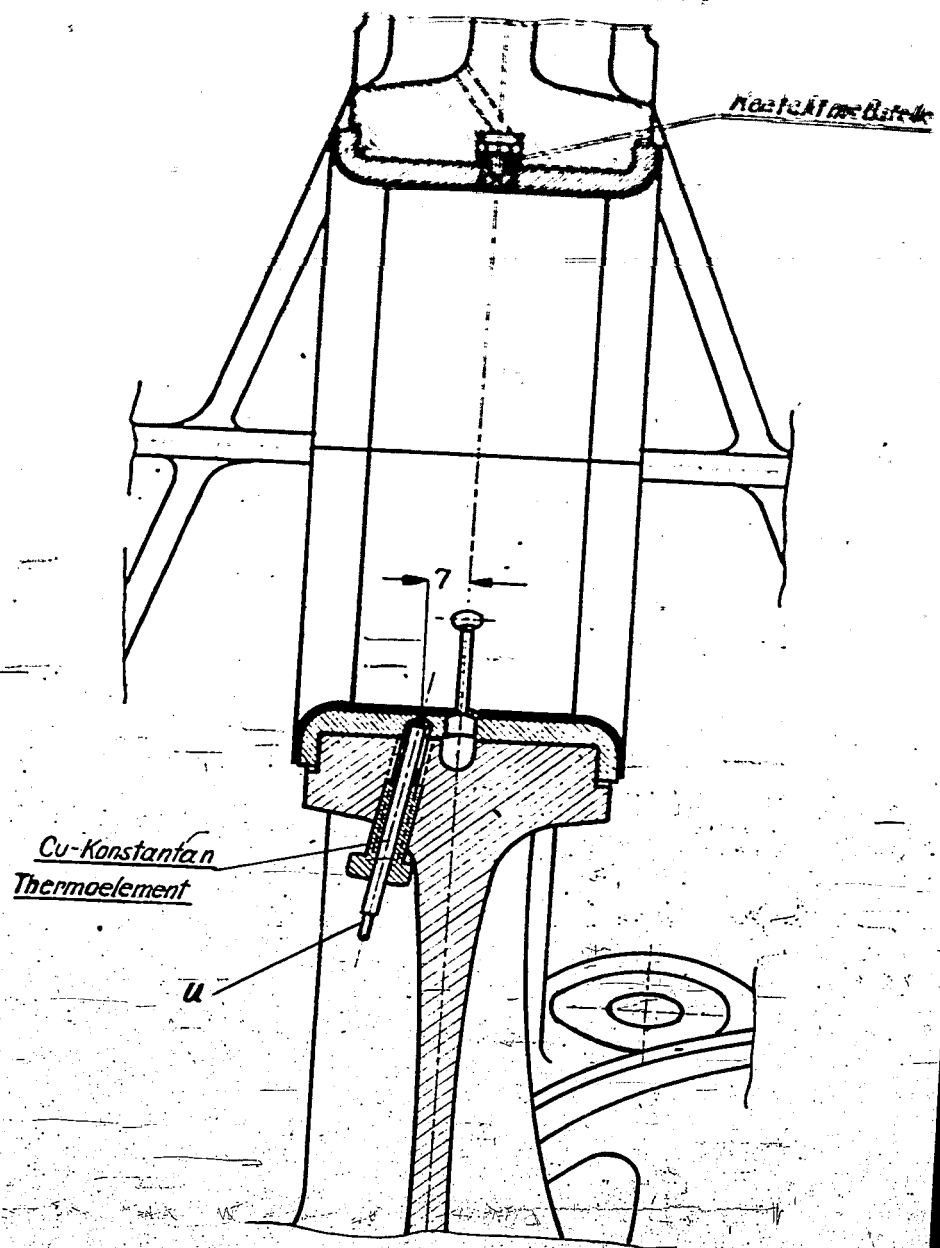
000022



000023

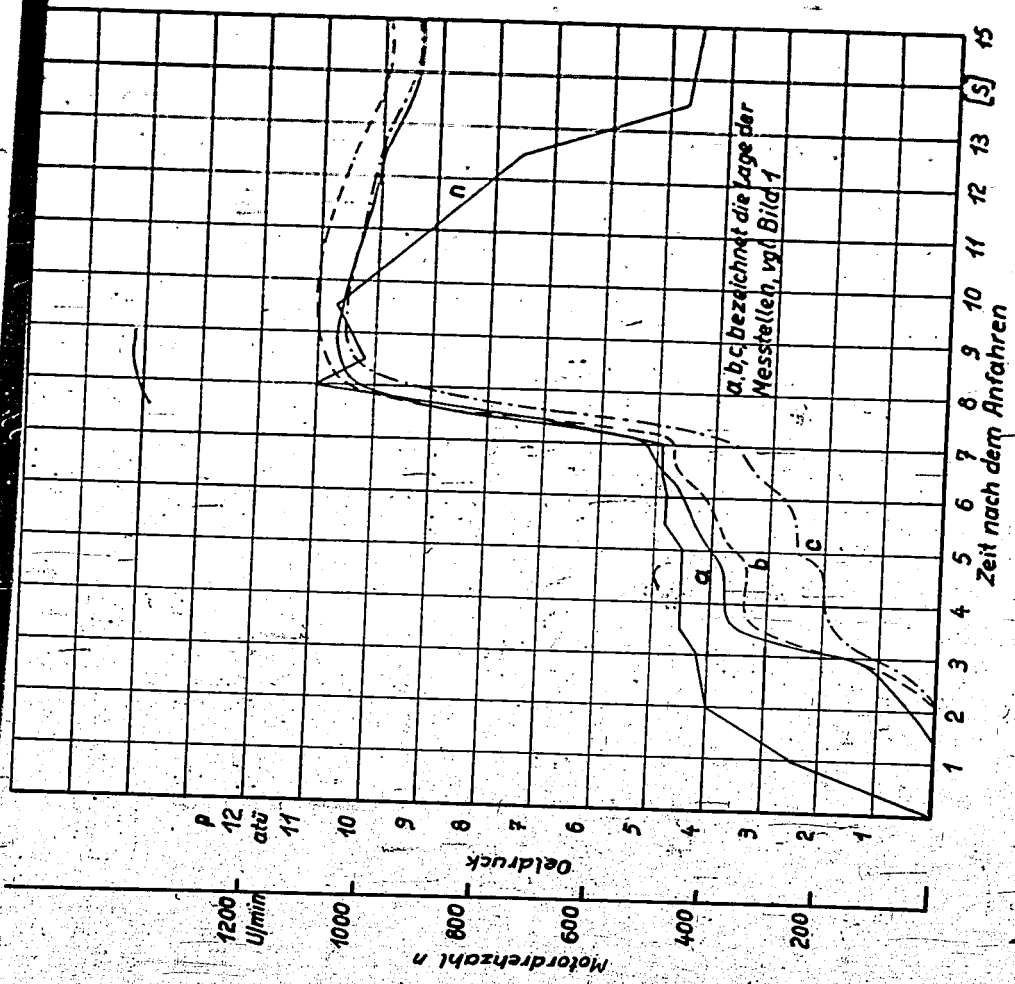


000024



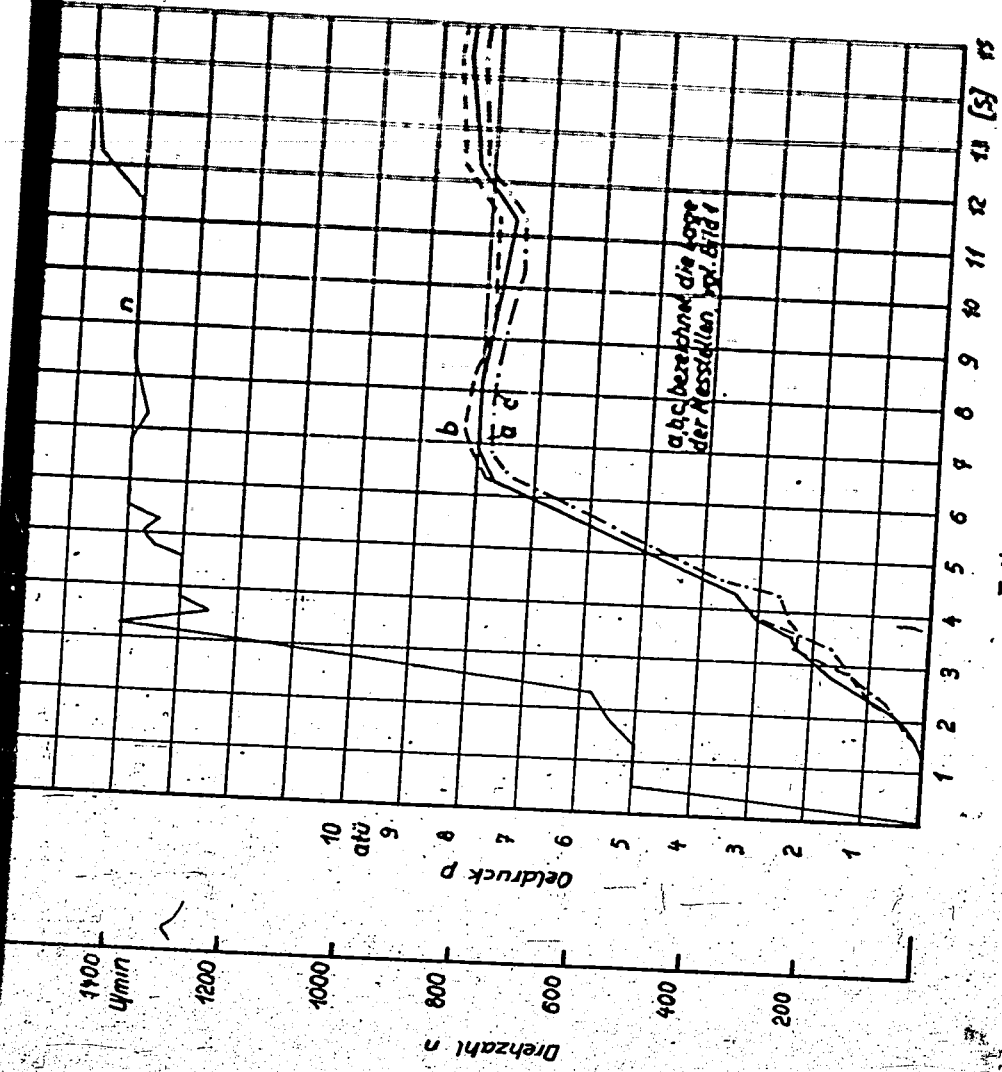
000025

Bild 1 zeigt die
 Verlauf der Drehmoment-
 zum Öl drückt die Drehmoment-
 ist sehr hoch. Die Drehmoment-
 für den Motor ist sehr hoch.
 (siehe Messstellen)
 elektrischer Strom der
 der Motor sehr hoch ist.
 einsteht.



000626

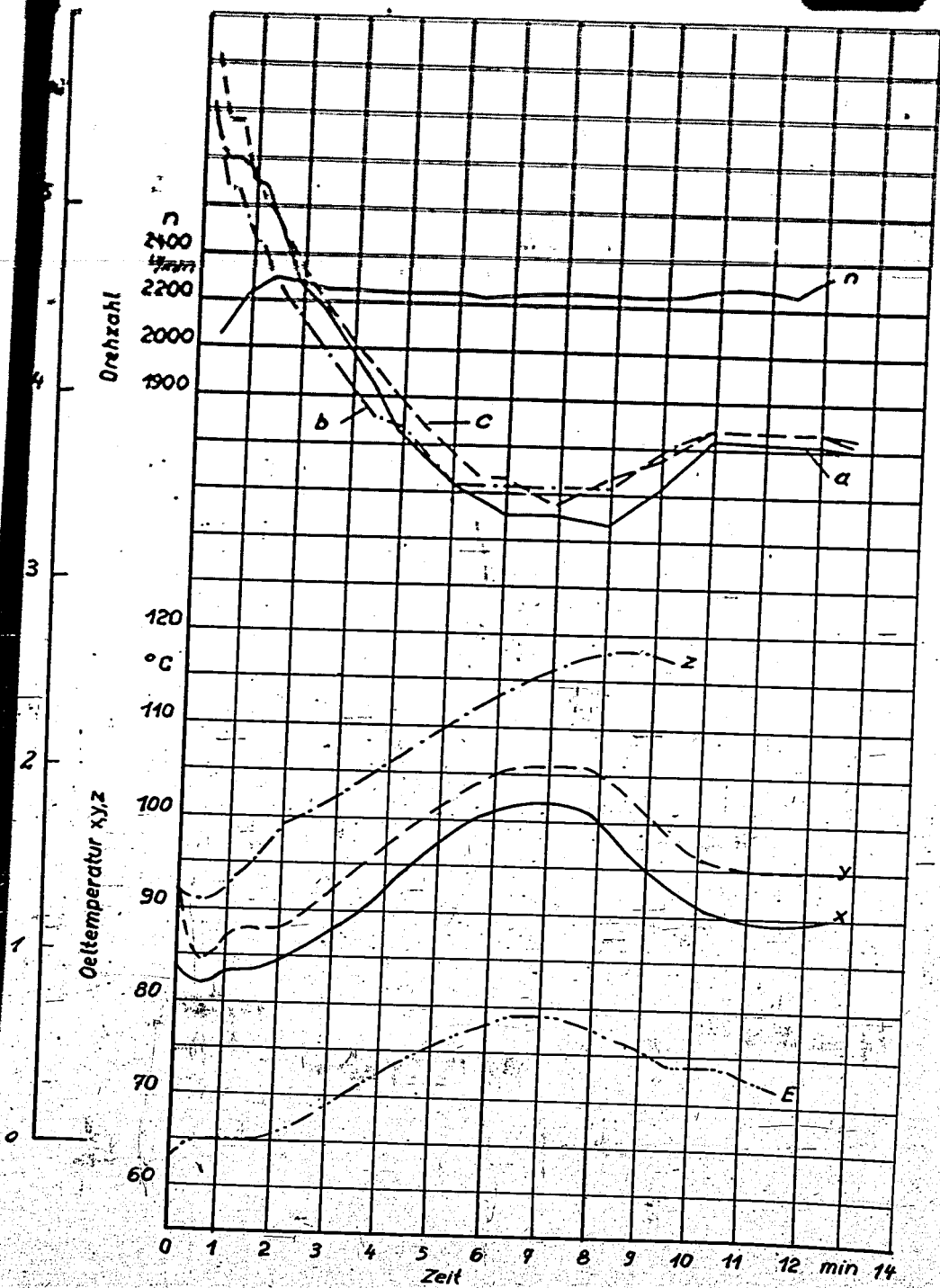
5. April 1918
M. 105



Druck p in Abhängigkeit von der Zeit, bei t_{B} Abfahren aus der kalten Startlage (Lagertemperatur vor dem Anfahren 75 bis 85°C).

Bild 6

000027



geprüft:

P. Müller

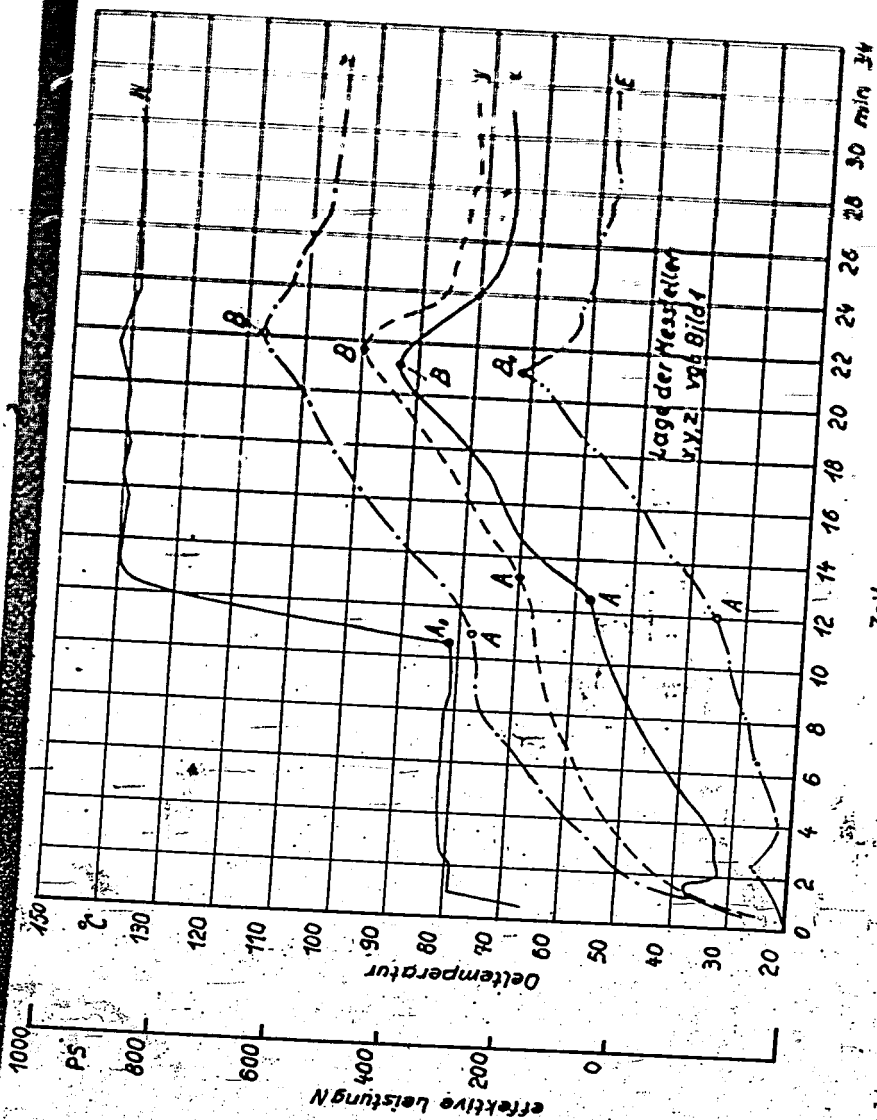


Bild 8 Öltemperatur in den Ölkanälen zum mittleren Laufzeit nach dem Anfahren aus dem kalten Zustand des Motors. Die effektive Motorleistung ist als Linie mit der Drehzahl erhöht wurde, A die Punkte, an denen sich die Auswirkung an. In B wurde der Ölkühler eingeschaltet. S zeigt den Verlauf der Öltemperatur vor der Hauptdruckpumpe. A₀ bezeichnet den Punkt, an dem die Öltemperatur vor der Hauptdruckpumpe ist als Linie mit der Drehzahl erhöht wurde, A die Punkte, an denen sich die Auswirkung an. In B wurde der Ölkühler eingeschaltet. S zeigt den Verlauf der Öltemperatur vor der Hauptdruckpumpe. A₀ bezeichnet den Punkt, an dem die Öltemperatur vor der Hauptdruckpumpe ist als Linie mit der Drehzahl erhöht wurde, A die Punkte, an denen sich die Auswirkung an. In B wurde der Ölkühler eingeschaltet. S zeigt den Verlauf der Öltemperatur vor der Hauptdruckpumpe.

000029

30. 10. 47

H. 106

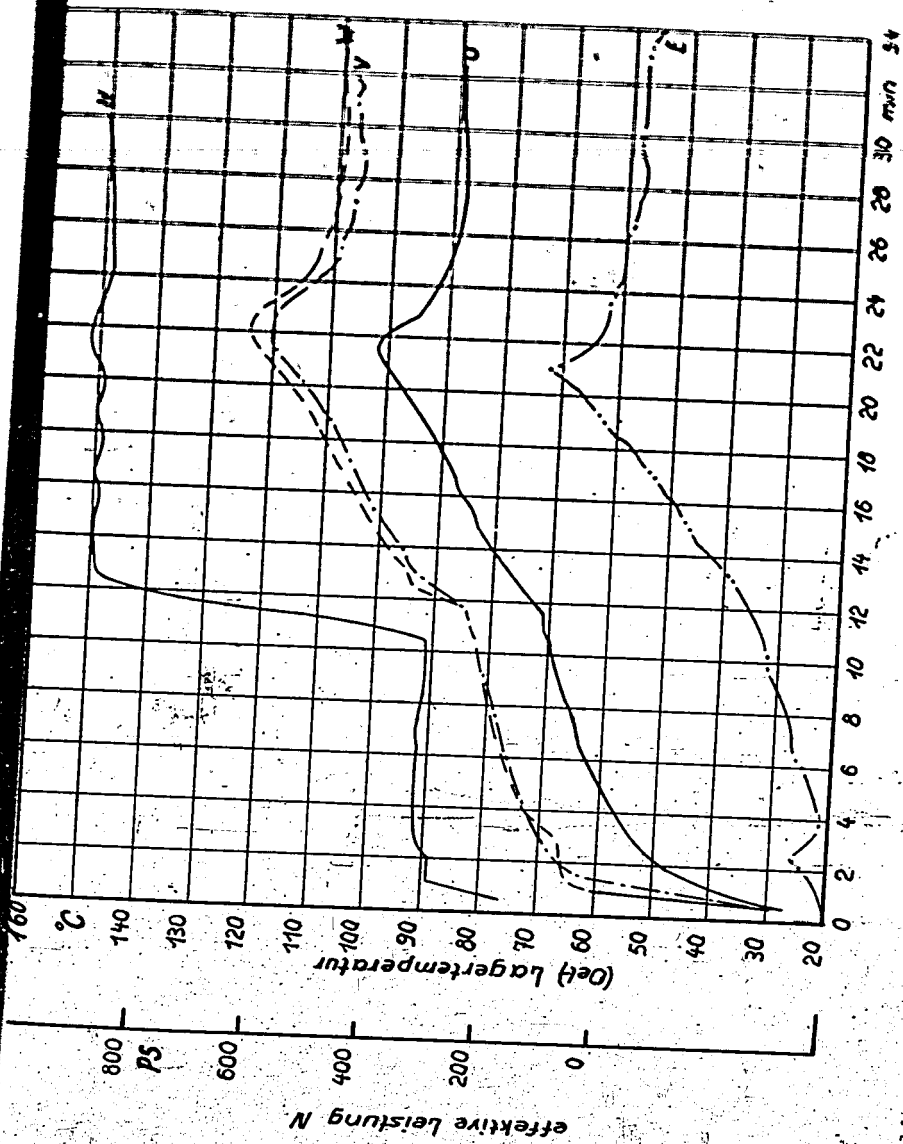
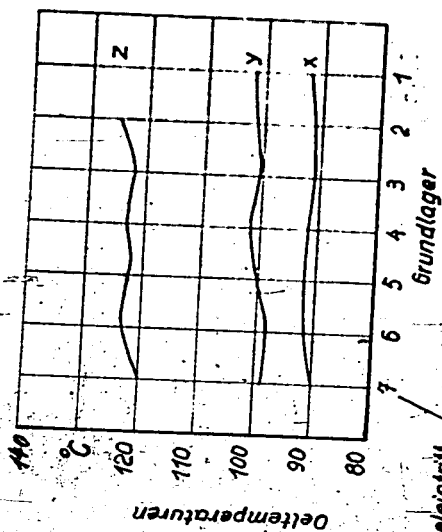


Bild 9 Lagertemperaturen am mittleren Grundlager 4 in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Anfahren aus dem kalten Zustand (20°C) in den drei verschiedenen Lagen der Meßstellen u, v und w, vgl. Bild 1. Effektive Motorleistung und Oeleintrittstemperatur 1 sind mit eingezeichnet.

000030

Prüfung:

1944

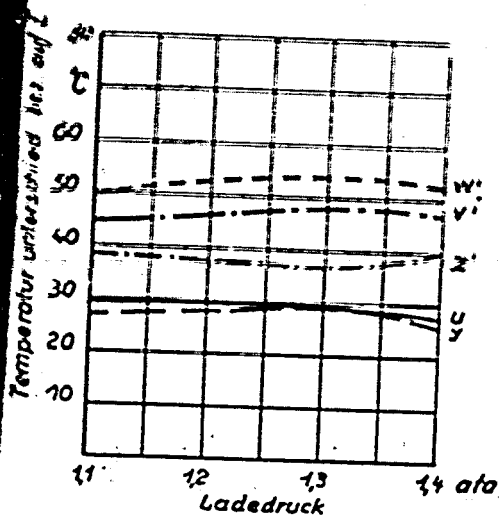


Strömung im Hauptschmierkanal

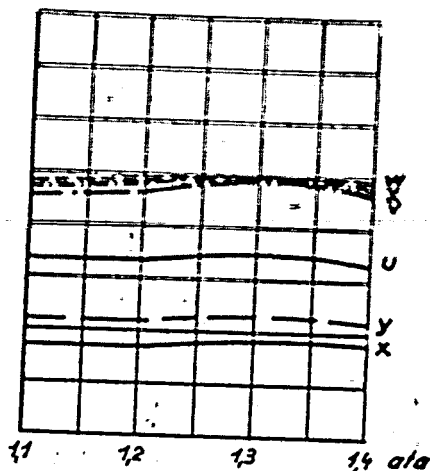
Öltemperaturen an den einzelnen Grundlagern im Beharrungszustand bei einer Drehzahl von 2300 U/min, einem Ladedruck von 1,15 ata und einer Öltemperatur vor der Pumpe von 76 °C.
Lage der Meßstellen x, y und z, siehe Bild 1.

Bild 10

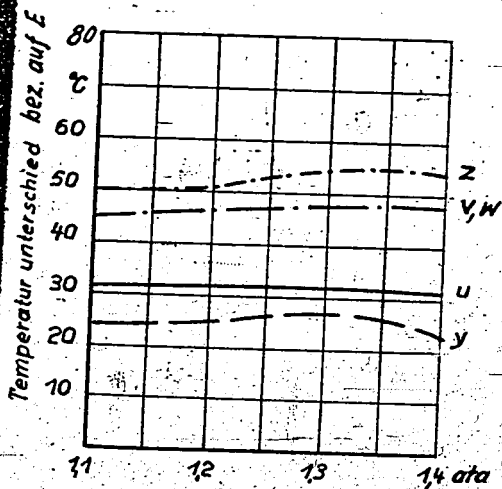
000031



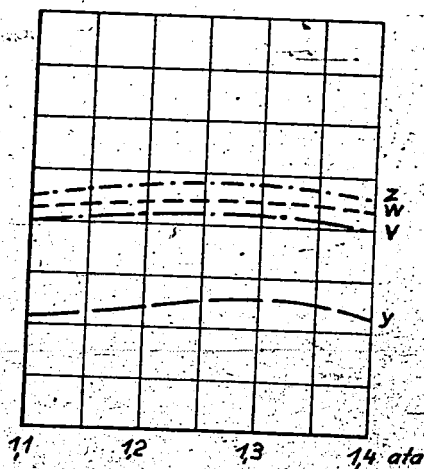
Grundlager 1



Grundlager 4



Grundlager 6

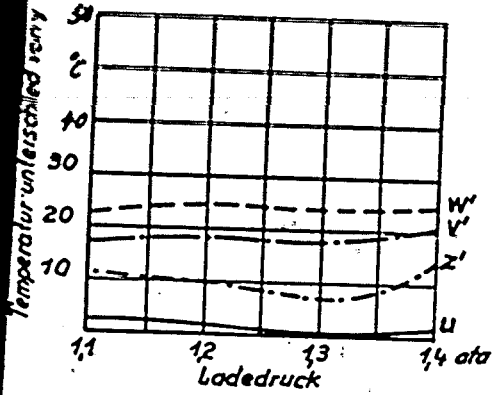


Grundlager 7

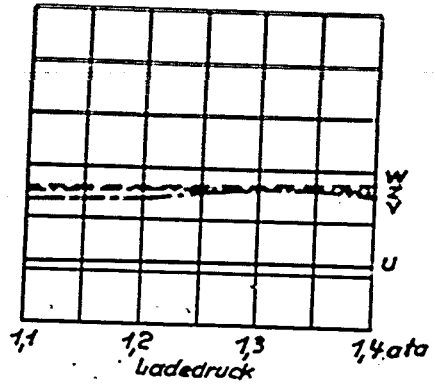
Bild 11 Auf die Oeleintrittstemperatur E vor Pumpe bezogene
 Öl- und Lagertemperaturen in Abhängigkeit vom
 Ladedruck bei einer Motorrehzahl von $n = 2100$ U/min.

geprüft: *H. H. H.*

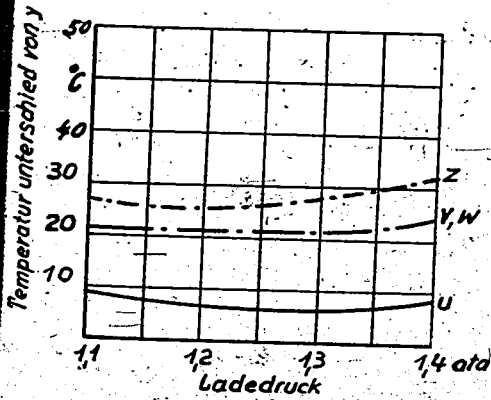
000032



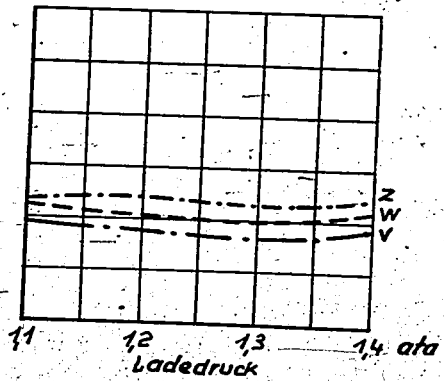
Grundlager 1



Grundlager 4



Grundlager 6



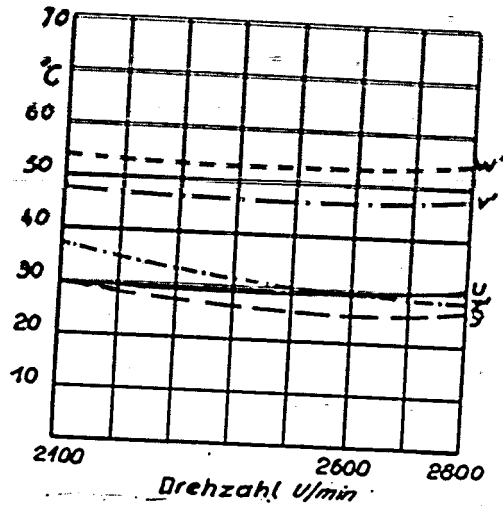
Grundlager 7

Bild 12 Auf die Öltemperatur y kurz vor Eintritt ins Lager bezogene Öl- und Lagertemperaturen in Abhängigkeit vom Ladedruck bei einer Motordrehzahl von $n = 2100$ U/min.

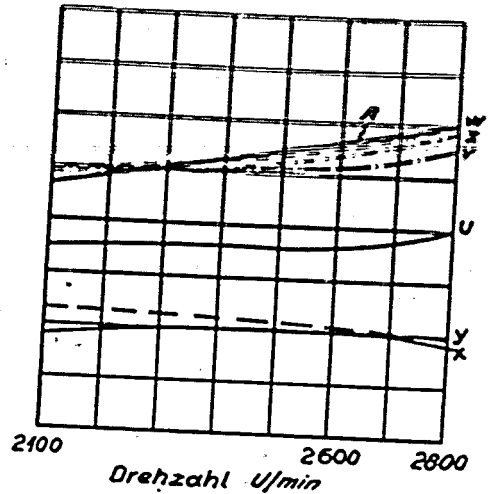
geprüft:

Handwritten signature

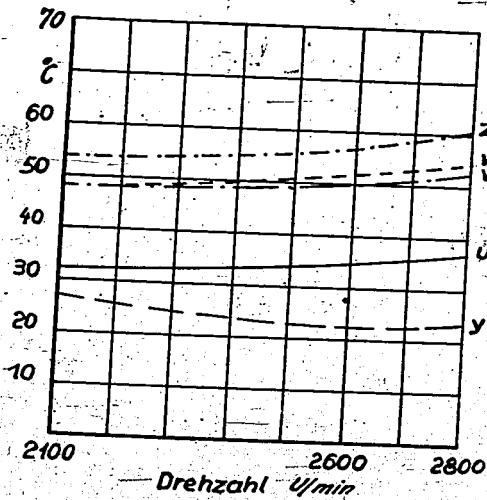
000033



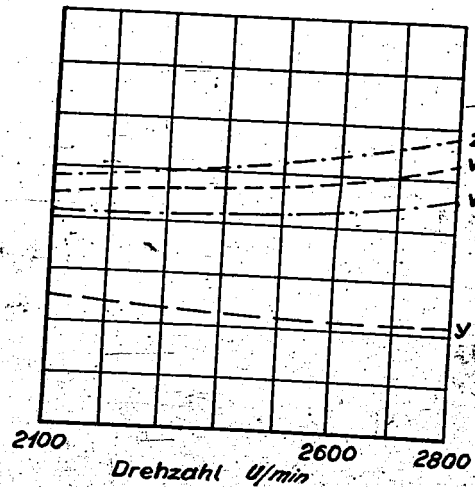
Grundlager 1



Grundlager 4



*Grundlager 6



Grundlager 7

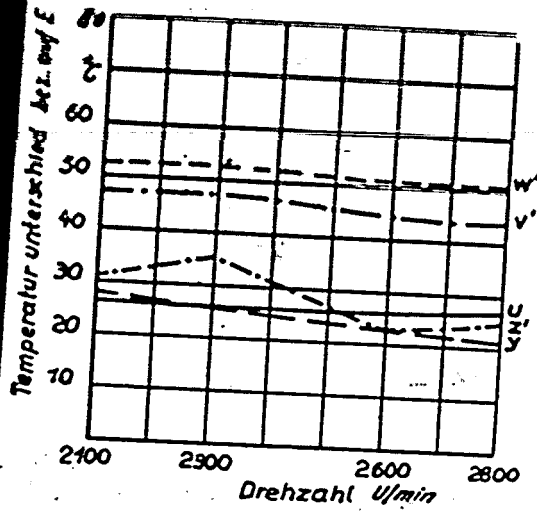
Bild 13

Auf die Oeleintrittstemperatur E bezogene Öl- und Lager-
temperaturen in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem
Ladedruck von 1,3 ata.

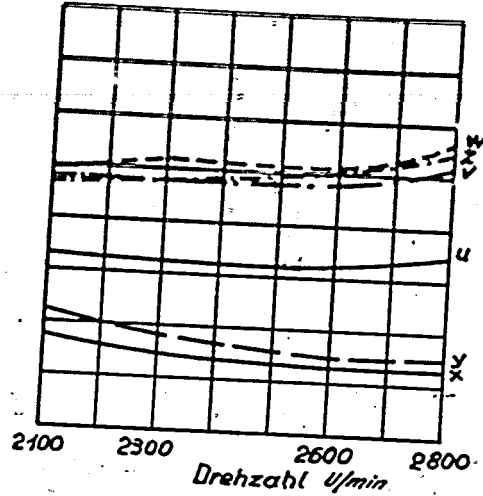
geprüft:

Hilke

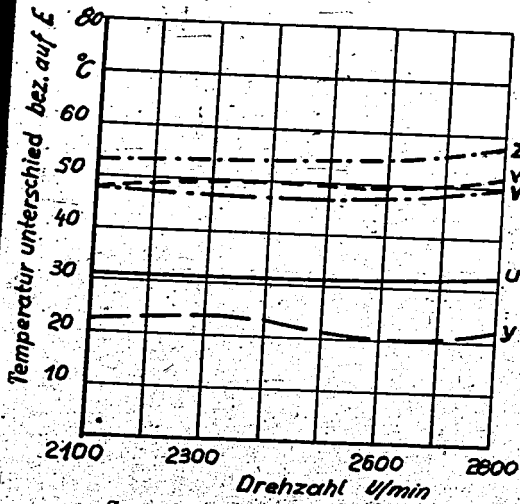
000634



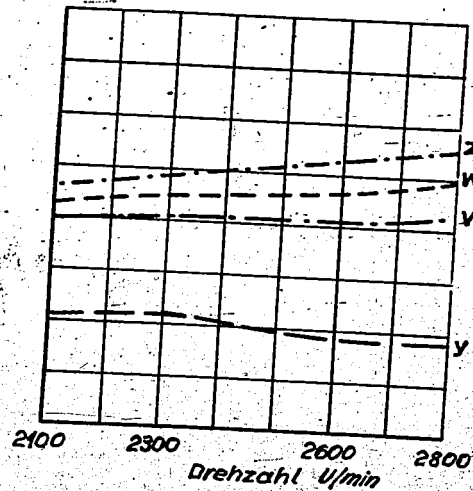
Grundlager 1



Grundlager 4



Grundlager 6

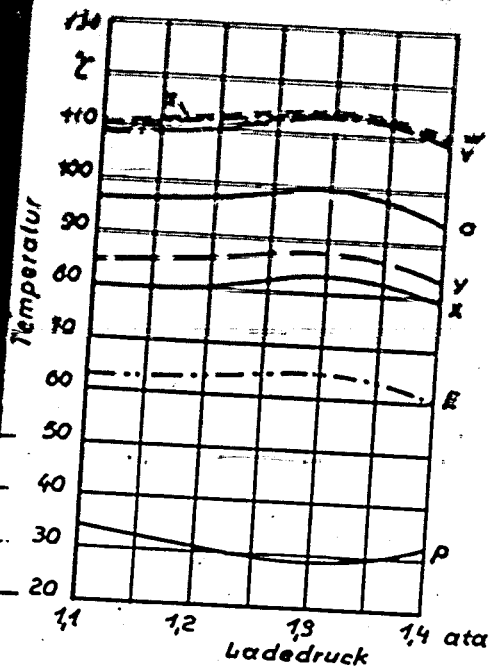


Grundlager 7

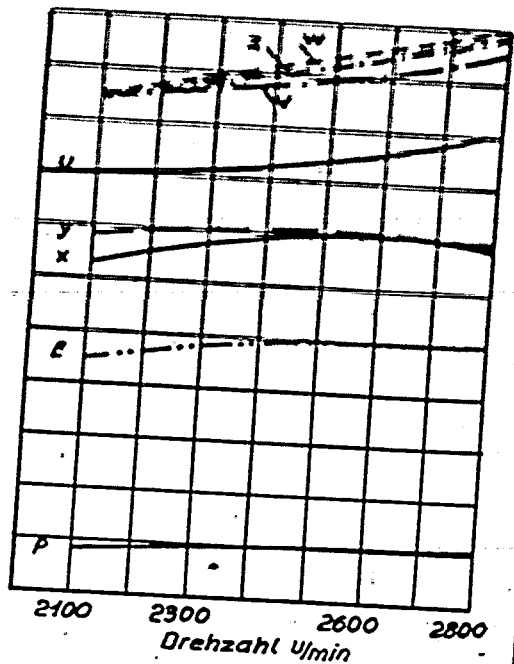
Bild 14 Auf die Oeleintrittstemperatur E bezogene Öl- und Lagertemperaturen in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem Ladedruck von 1,4 ata.

geprüft:

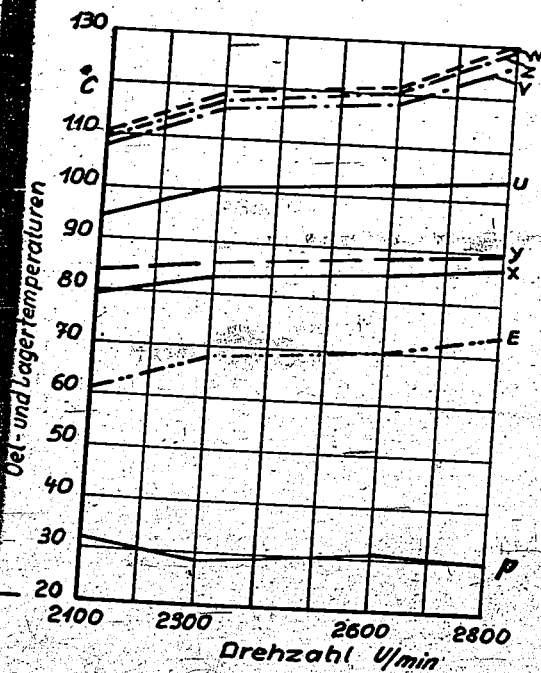
Heber



a)



b)



c)

Bild 15 Öl- und Lagertemperaturen am mittleren-Grundlager 4
 a) in Abhängigkeit vom Ladedruck
 b) " " von der Drehzahl bei einem Ladedruck von 1,3 ata
 c) " " von der Drehzahl bei einem Ladedruck von 1,4 ata.

000035

geprüft:

Handwritten signature

000036

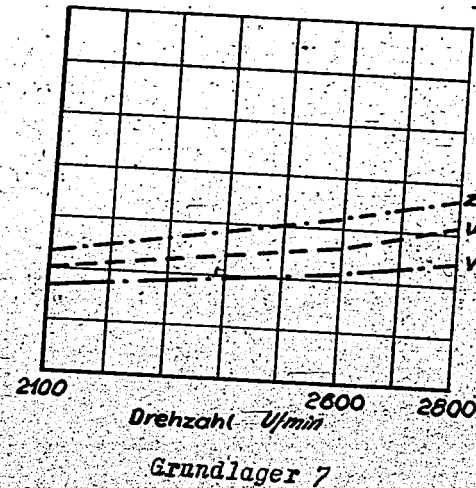
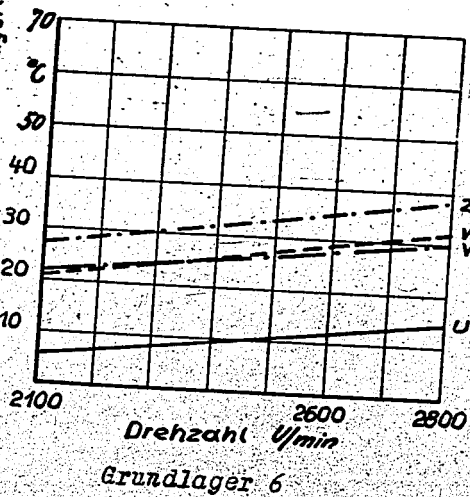
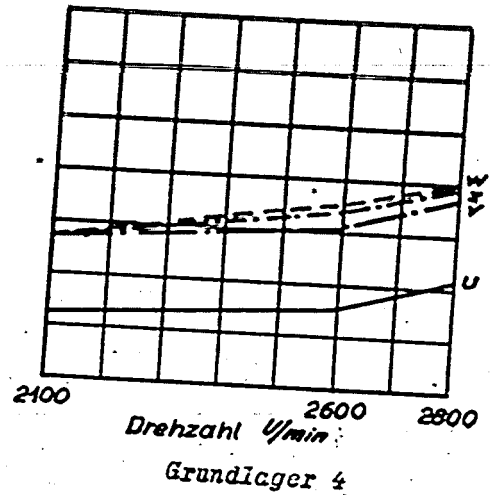
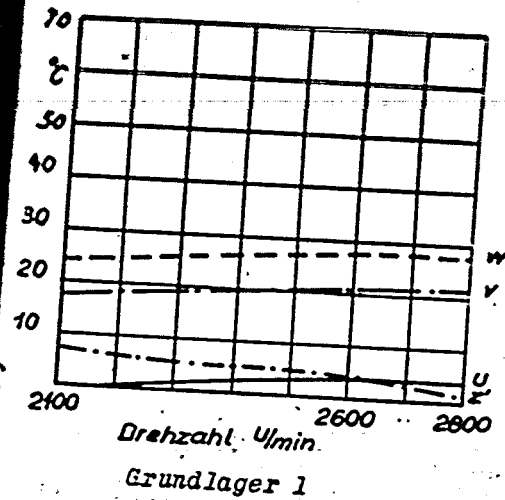


Bild 16 Auf die Oeltemperatur γ vor Lager bezogene Öl- und Lagertemperaturen in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem Ladedruck von 1,3 ata.

geprüft:

[Signature]

000037

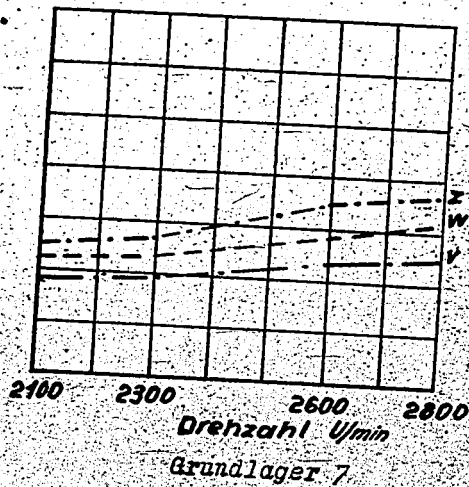
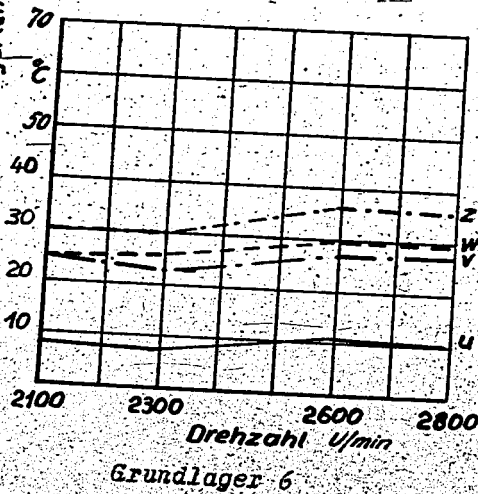
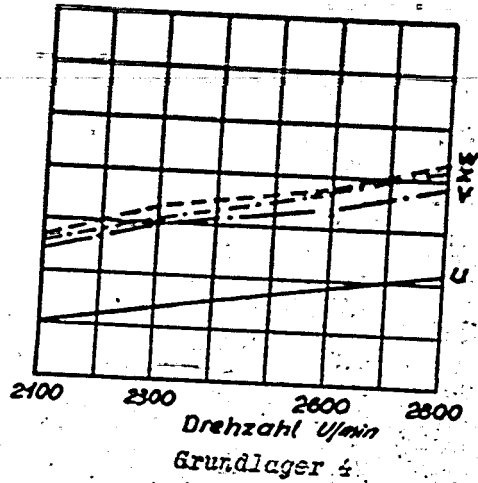
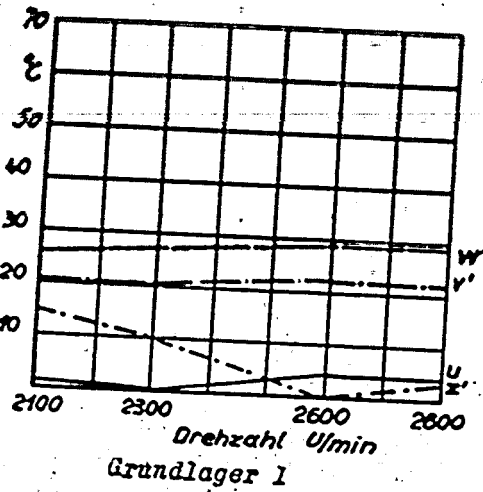
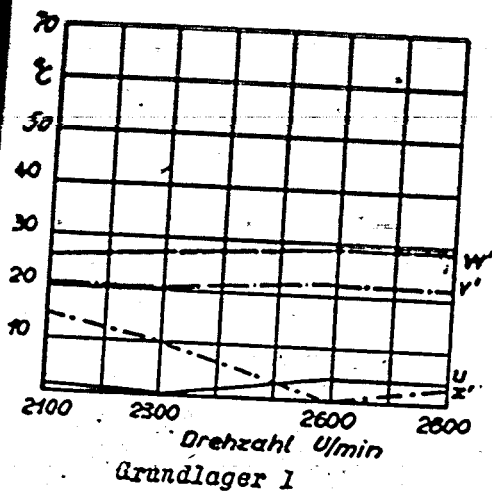


Bild 17 Auf die Oeltemperatur y vor Lager bezogene Oel- und Lagertemperaturen in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem Ladedruck von 1,4 ata.

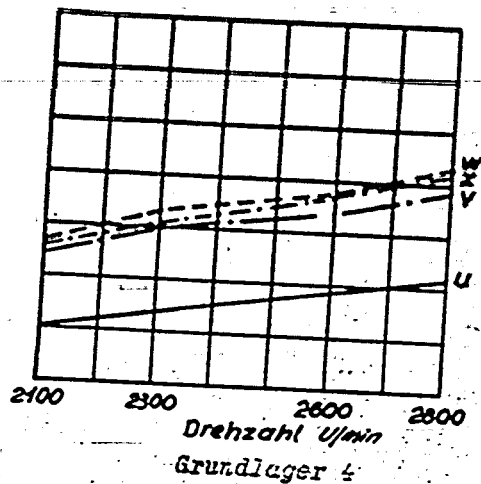
geprüft:

[Signature]

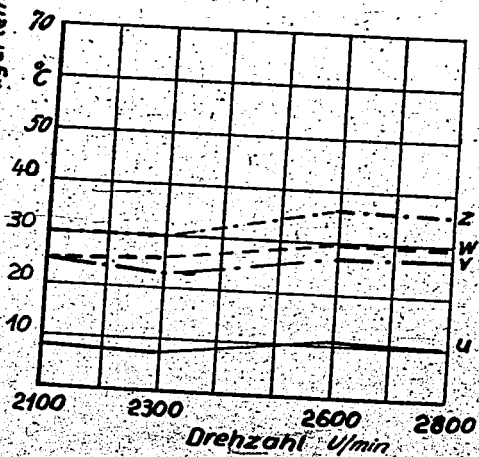
000037



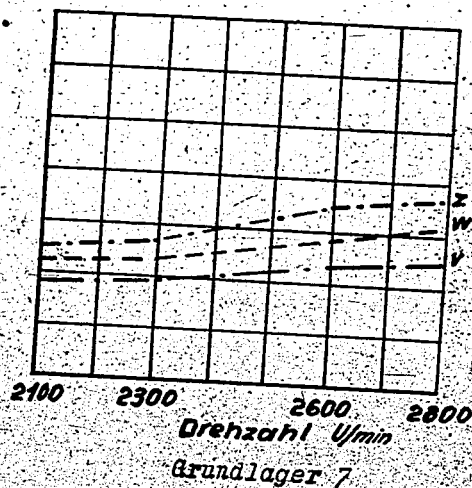
Grundlager 1



Grundlager 4



Grundlager 6



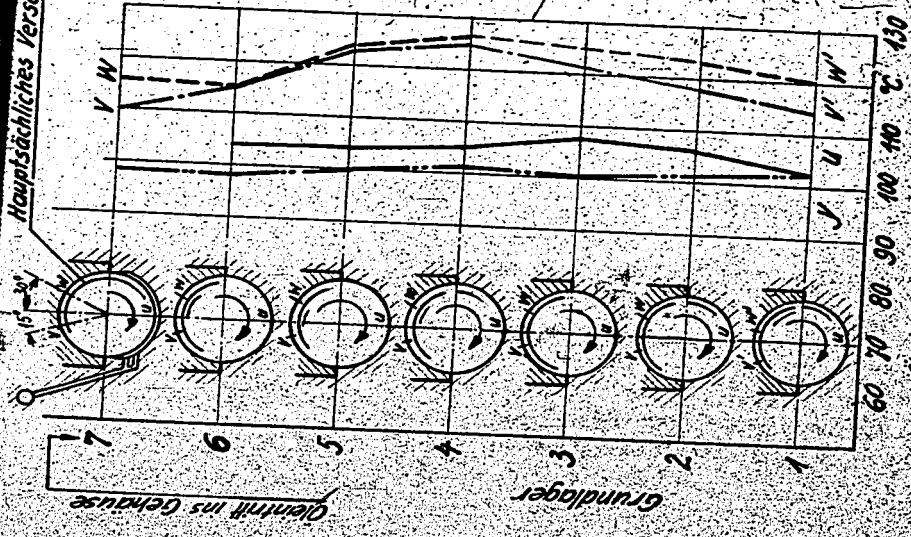
Grundlager 7

Bild 17 Auf die Oeltemperatur y vor Lager bezogene Oel- und Lagertemperaturen in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem Ladedruck von 1,4 ata.

geprüft:

Hilke

Hauptsächliches Verschleißgebiet



Mit Lager 1 geringster Verschleiß, großer Teil der Wärmeabfuhr erhalten. Verschleiß bei v geringer als bei w. Gestalt Verschleißstelle ist in Drehrichtung verlagert.

Geringere Beanspruchung als bei Lager 5 erkennbar. Verschleiß bei v geringer als bei w. Gestalt Verschleißstelle ist in Drehrichtung verlagert.

Schwarze Streifen an den Rändern der tragenden Lauffläche. Gesamte Verschleißstelle ist ebenfalls in Drehrichtung verlagert.

Tragbild bedeckt kleinere Fläche als bei Lager 5, lässt aber höhere Beanspruchung erkennen. An den Rändern der tragenden Laufflächen schwarze Streifen, die auf hohe Temperaturerhöhungen schließen lassen. Verschleiß bei v geringer als bei w. Gesamte Verschleißstelle ist in Drehrichtung verlagert.

Von allen Lagern ist hier auf der größten Teil der Tragoberfläche das Tragbild sichtbar.

Tragbild symmetrisch zum Sockel, gleichmäßiger Verschleiß. Von beiden Stützungsschrauben ausgehend und gegen oberen Sockelteil allmählich verlaufend, Zinnspachtel erhalten.

Mit Lager 7 geringster Verschleiß, Verschleiß bei v geringer als bei w. Gesamte Verschleißstelle in Drehrichtung verlagert.

000138



Bild 18

Verf.:



Druck- und Temperaturmessungen an Schmierkanälen und an den Grundlagern eines DB 605-Motors.

Druck- und Temperaturmessungen an Schmierkanälen und an den Grundlagern eines DB 605-Motors.

000039

A B H A N G.

Die Bilder A 1 bis A 13 stellen weitere aus der Vielzahl der Messungen hervorgegangene Diagramme dar, die im Text nicht im einzelnen besprochen wurden.

Bild A 1: Öltemperaturen in den Ölkanälen aus mittleren Grundlager 4, Öleintrittstemperatur E vor der Hauptdruckpumpe und effektive Motorleistung N in Abhängigkeit von der Laufzeit nach dem Anfahren aus dem halbwarmen Zustand mit Schwingkraftanlasser.

Bild A 2: Lagertemperaturen am mittleren Grundlager 4 in Abhängigkeit von der Laufzeit. Effektive Motorleistung N und Öleintrittstemperatur E sind mit eingetragen. (Gehört zur selben Messung wie Bild A 1).

Bild A 3: Öldruck an drei Stellen der Schmierkanäle zum mittleren Grundlager 4 in Abhängigkeit von der Laufzeit. Der Drehzahlverlauf ist mit eingezeichnet (Linie n). (Gehört zu selben Messung wie Bild A 1 und A 2).

Bild A 4: Öldruck an den Meßstellen a, b und c der Schmierkanäle zum Grundlager 3 in Abhängigkeit von der Zeit beim Anfahren aus dem kalten Zustand (20°C). Anlassen mit elektrischem Anwurfmotor.

Bild A 5 bis A 9: Öldruck an Meßstellen a, b und c der Schmierkanäle:

bei A 5:	Zum Grundlager 1	
A 6:	"	2
A 7:	"	3
A 8:	"	4 (Drehzahlverlauf mit eingezeichnet)
A 9:	"	6

in Abhängigkeit von der Zeit beim Anfahren aus dem halbwarmen Zustand (Lagertemp. vor dem Anfahren 75 bis 85°C).

Bild A 10: Öltemperaturen, Lagertemperaturen und Öldruck an den Meßstellen des mittleren Grundlagers 4 in Abhängigkeit von der Laufzeit nach dem Anfahren mit

Bearbeiter: Hampp
Prüfer:

Tag: 22.6.43
Tag:

Erstellt für

Erstellt durch

A.Nr. 96978

Prüfung des Schwenkmechanismus an
Lagerungseinheit mit Öl-Lagerung
Drehzahl n = 2500 U/min

Schwenkmechanismus aus dem kalten Zustand
(20°C).
Öltemperatur T , Drehzahl n und effektive
Leistung P ist mit eingetragen.

Bild A 11:

Öldruck in Abhängigkeit von der Zeit beim Anfahren aus dem kalten Zustand (20°C) mit Schwenkmechanismus. (Der Motor war vor der Messung kurz angesprungen).

Bild A 12:

Lagertemperaturen an den einzelnen Grundlagern im Beharrungszustand bei einer Drehzahl $n = 2500$ U/min, einem Ladedruck von 1,15 ata und einer Öltemperatur vor Pumpe von 70°C.

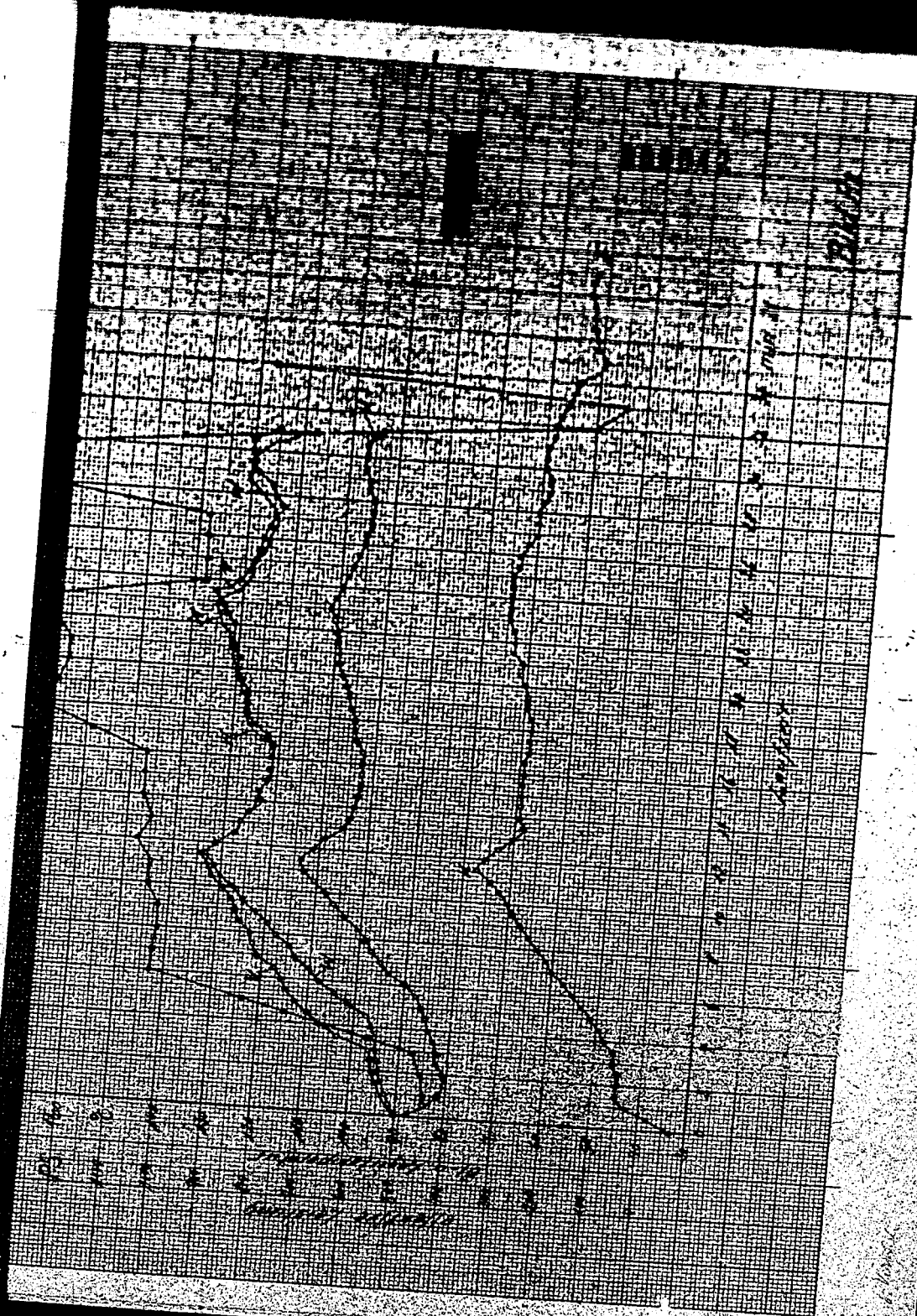
Bild A 13:

Zeigt dasselbe wie Bild A 12, jedoch bei einer Drehzahl $n = 2100$ U/min, einem Ladedruck von 1,05 ata und einer Öltemperatur vor Pumpe von 70°C.

000040

Hersteller Hamp	Tag 22.6.45	Erstellt für	Erstellt durch	A-Nr. 96978
--------------------	----------------	--------------	----------------	-------------





000043

Bill Ba



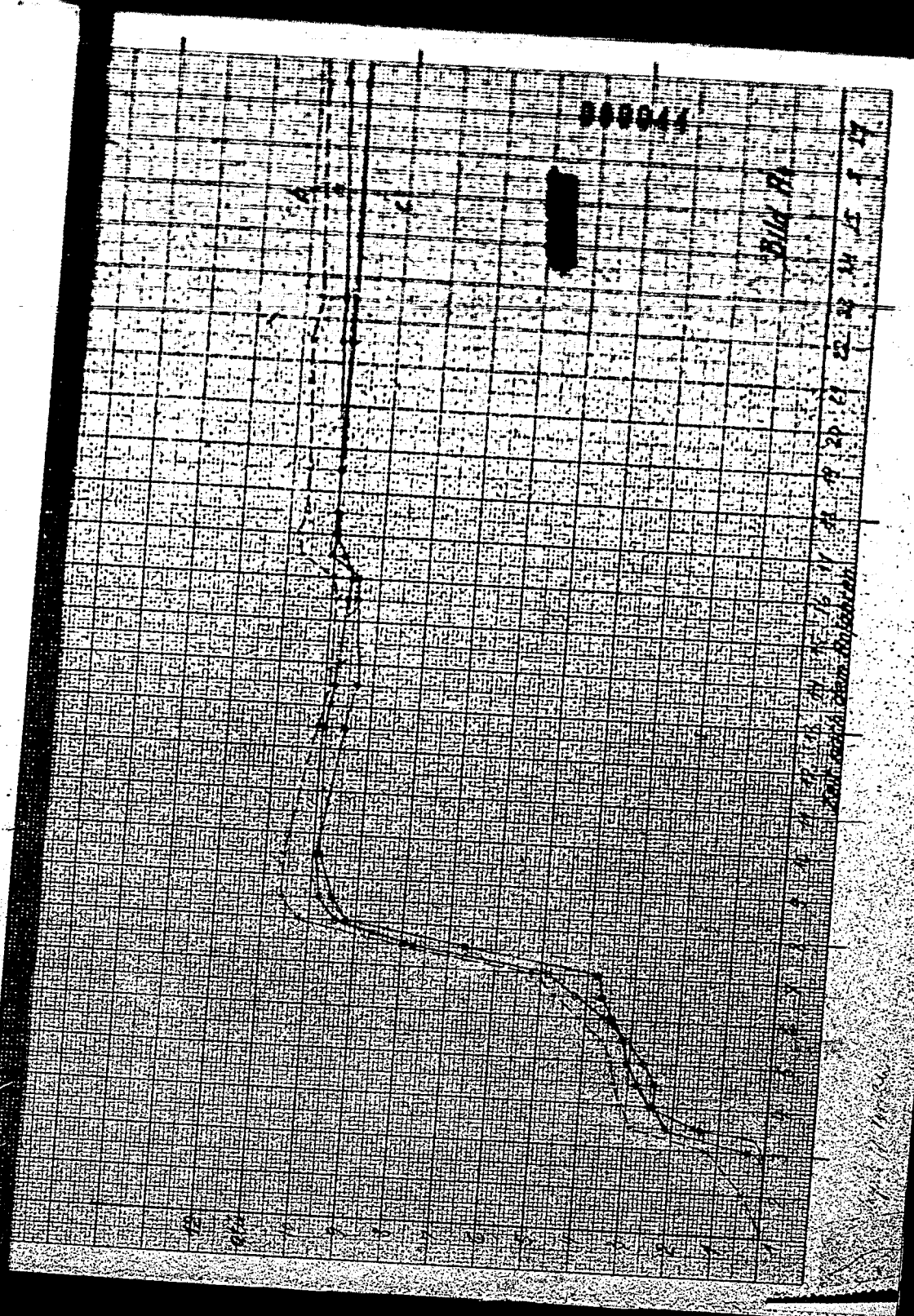
170000

BID #

15 17

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



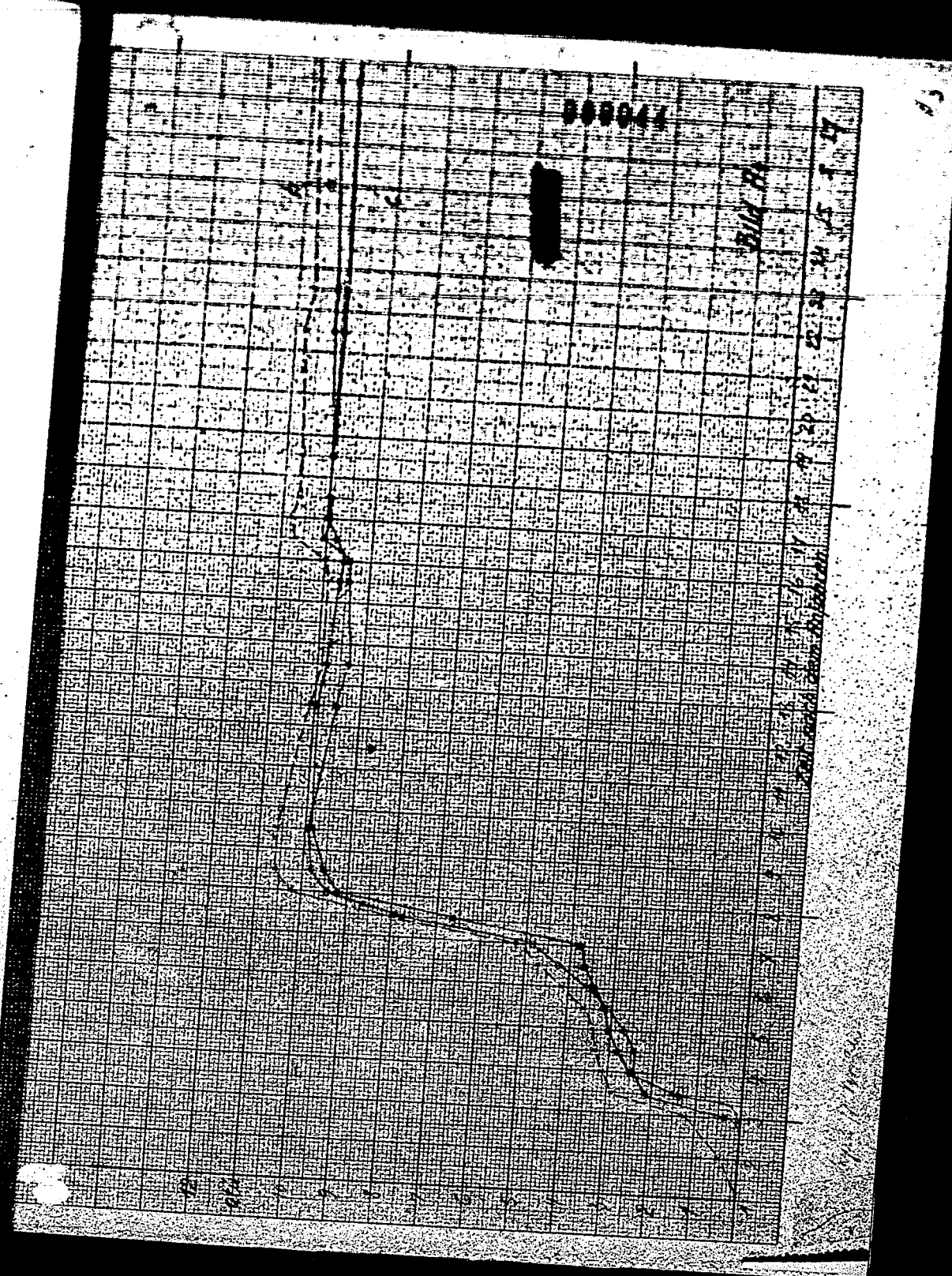
43

170004

BUILDING

24 25 26 27

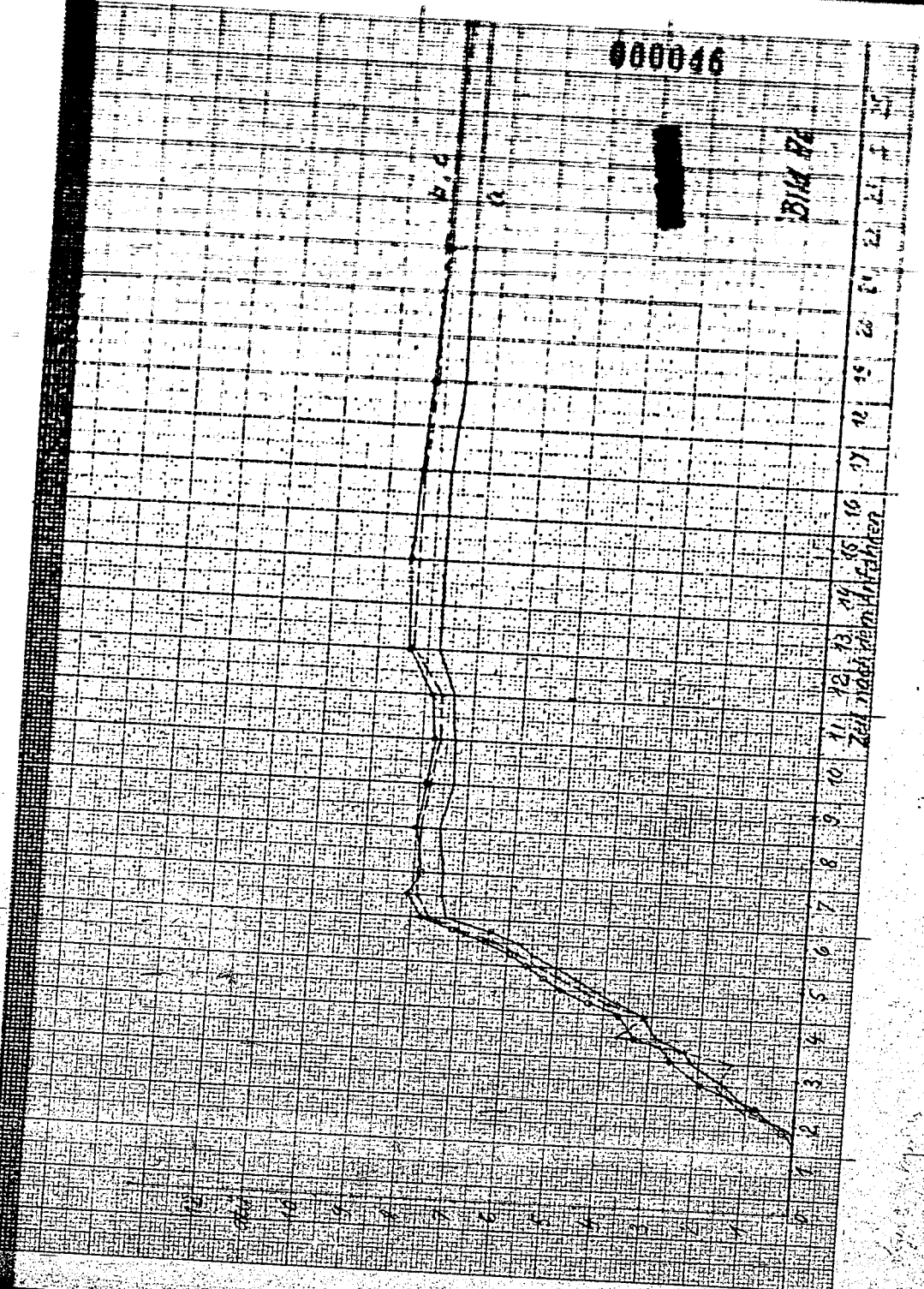
28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



13

000046

BIA 72



Zeit nach dem Abfahren

11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

11

000047

DIAK 82

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

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

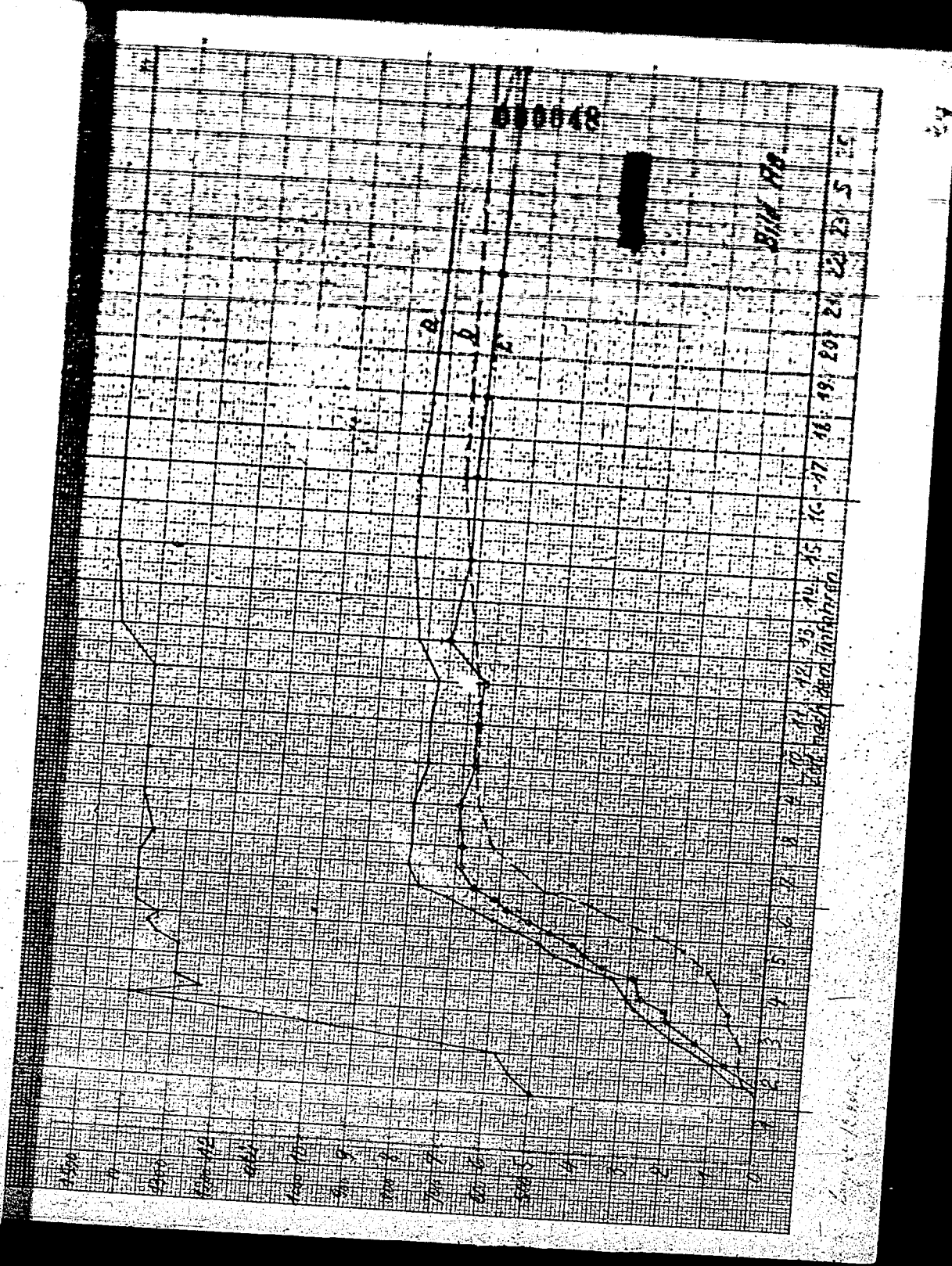
333

334

335

336

337



830000

BANK 170

10-17 16-19 20-21 22-23 24-25

42

000049

22-1112

11

5

17

3

12

18

21

U

16

51

51

51

51

51

51

51

51

51

51

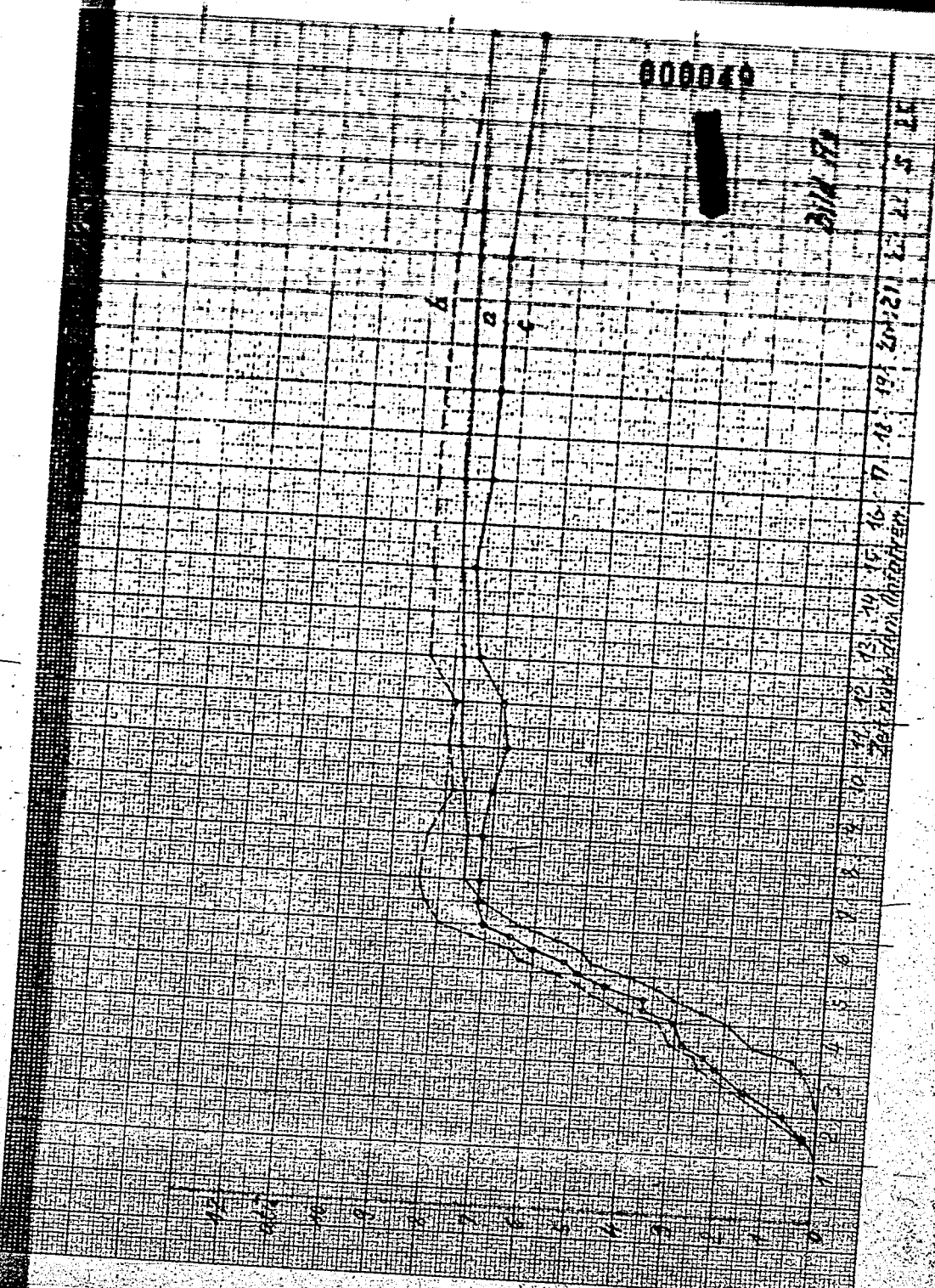
51

51

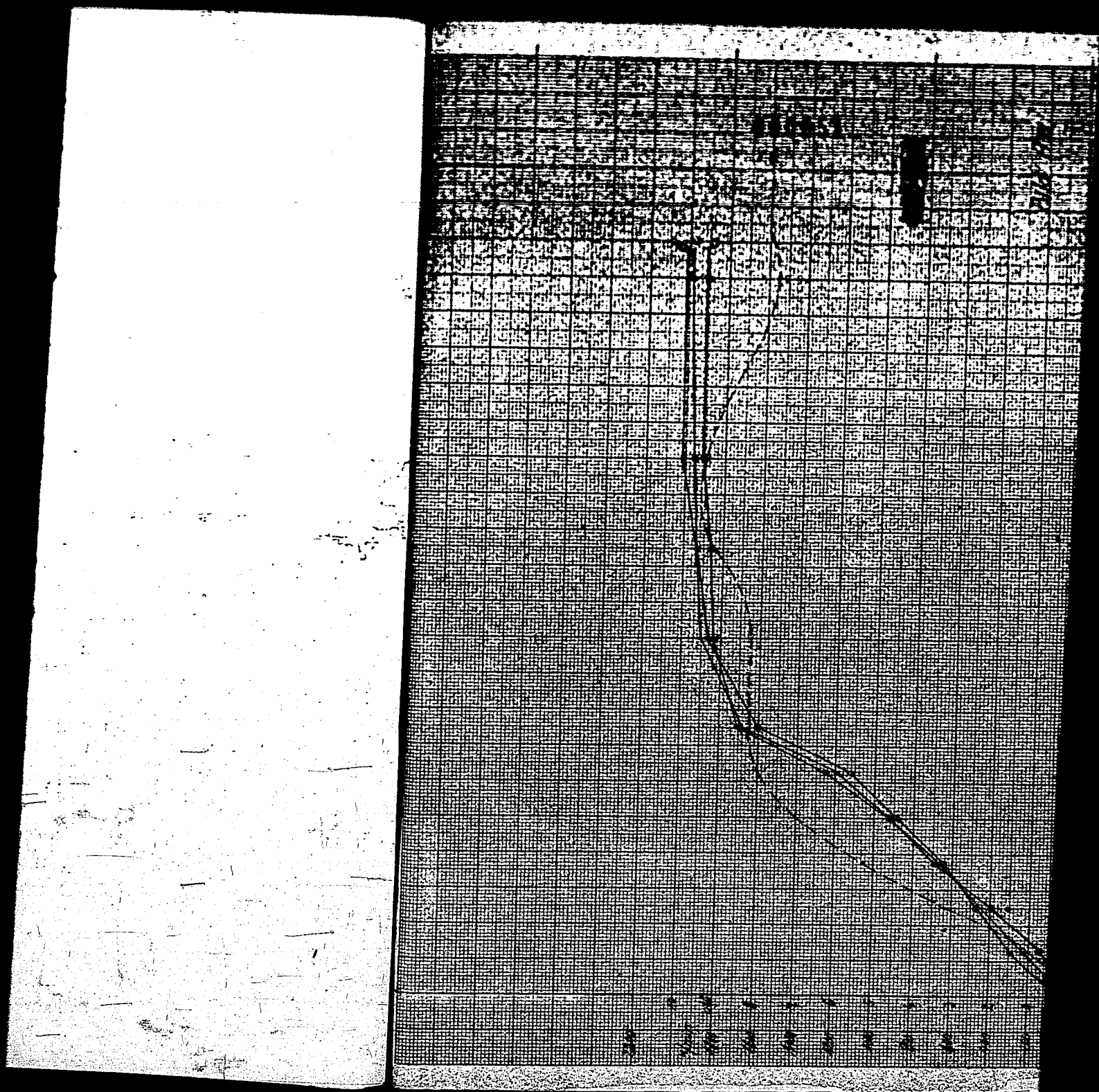
51

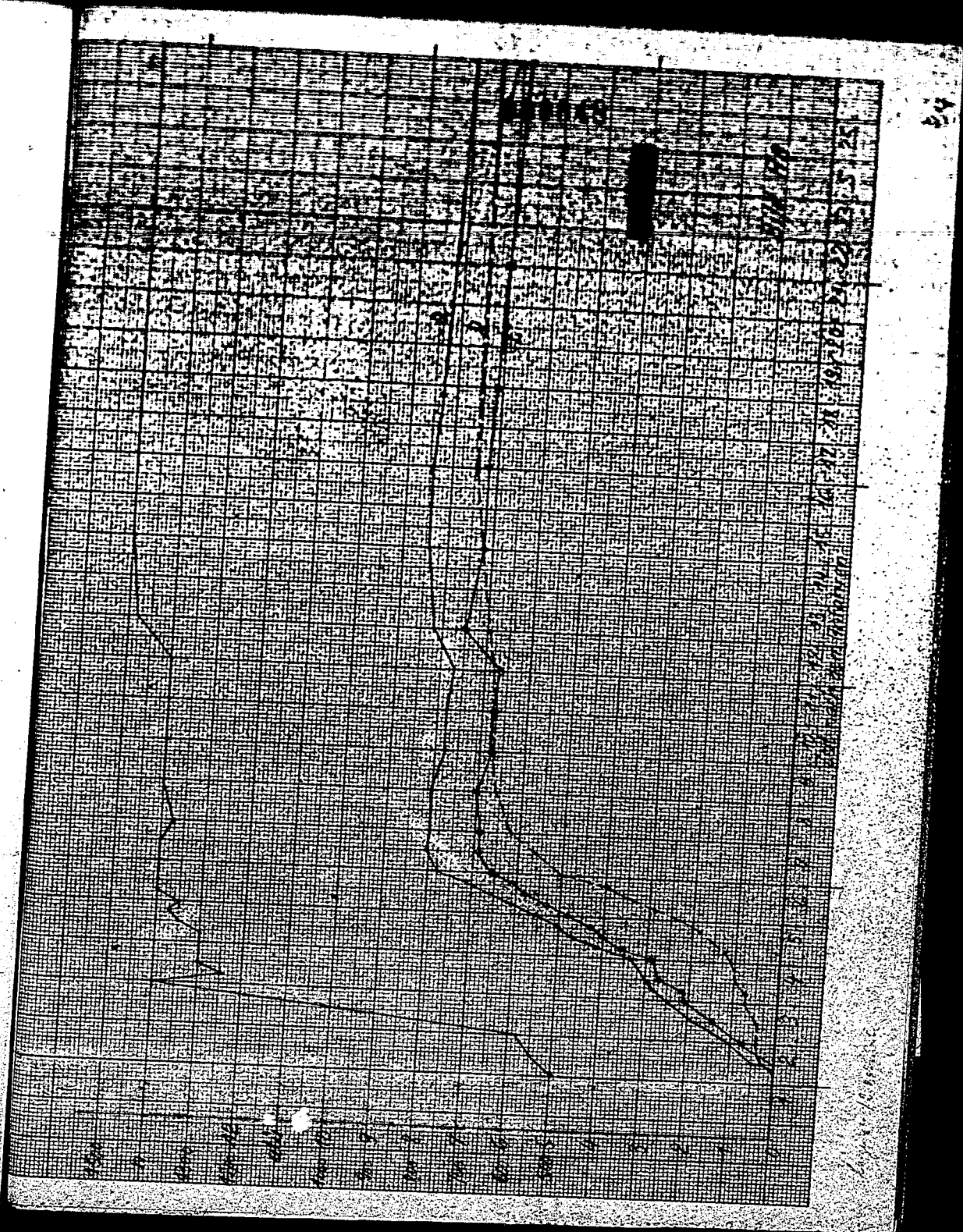
51

51



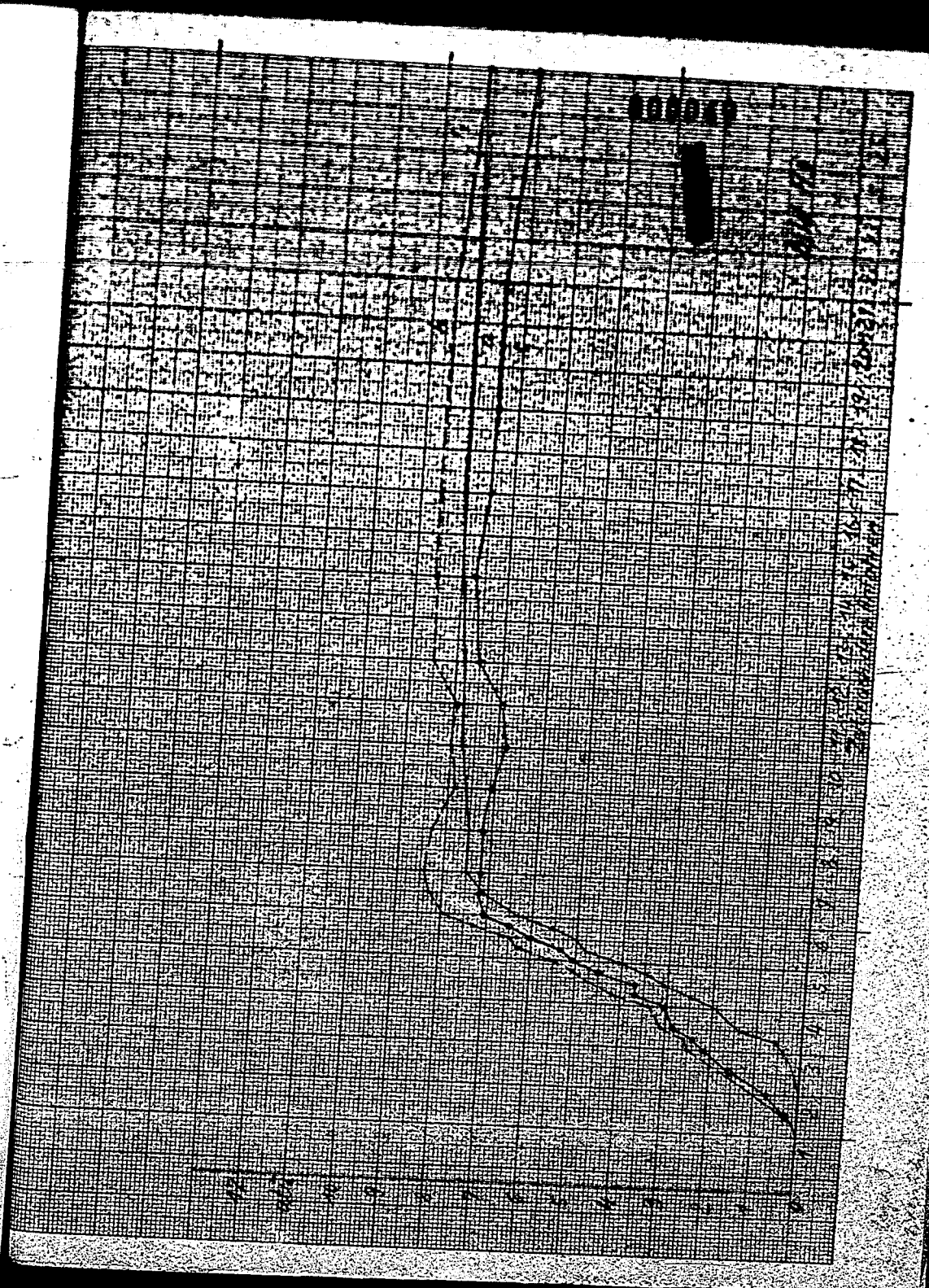
RECEIVED BY THE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE
WASHINGTON, D.C. 20535





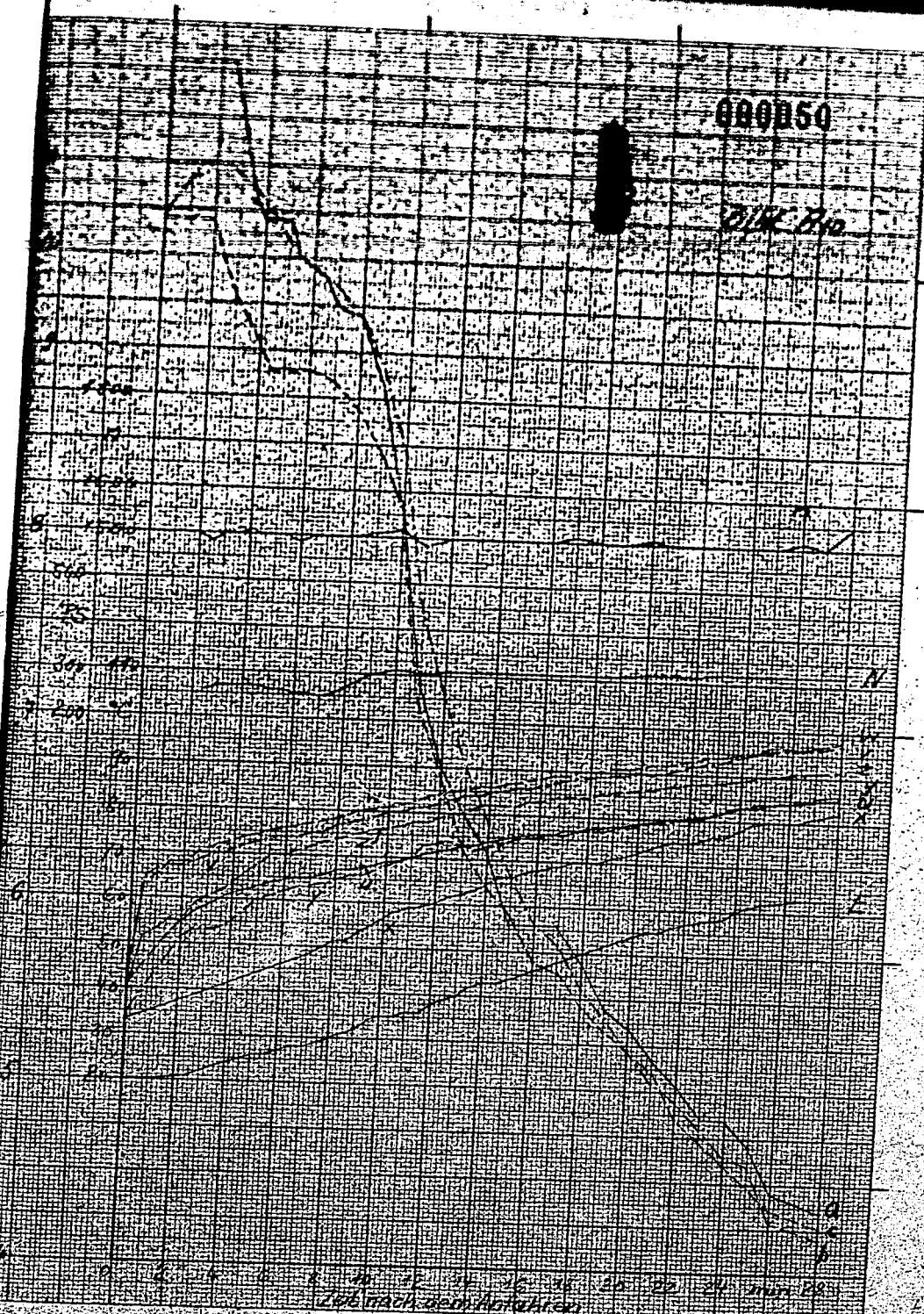
00000

63

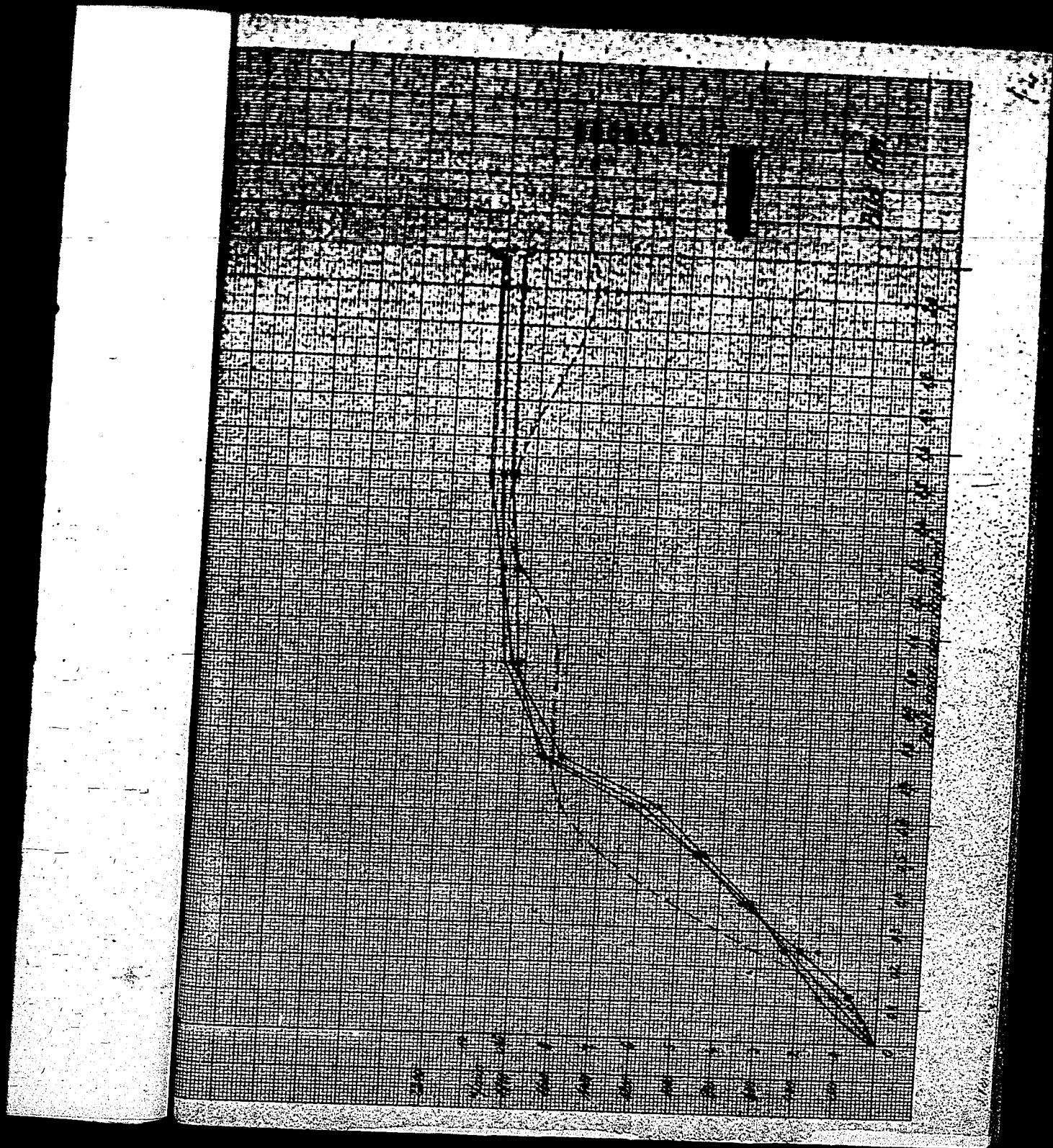


000050

DIR 810



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
Luftrach zum Aufsteigen



000452

11/1/53



0.00000



0.00000



0.00000



0.00000



0.00000

0.00000



0.00000

11/1/53

SC 13

Verbesserung des Schmierverhaltens von Ölen durch chemische

Insaatzstoffe

von E. Glocker

In Fortführung der in der Akademiesitzung¹⁾ vom 7. Mai 1942 berichteten Arbeiten über die amorphe Struktur von metallischen Oberflächenschichten beim Gleitvorgang wurde, angeregt durch die Mitteilung von Beeck, Givens und Smith²⁾ über die verschleissvermindernde Wirkung von phosphorhaltigen Ölsatzmitteln, die Veränderung der Gleitflächen beim Hinzufügen von organischen Phosphorverbindungen zum Schmieröl näher untersucht. Dabei ergab sich schon bei den Vorversuchen, dass die technisch wesentlichste Bedeutung dieser Zusätze nicht in der angegebenen Verschleissminderung, sondern in einer beträchtlichen Erhöhung der zulässigen Flächenpressung, die mit einem Sinken des Reibungsbeiwertes verbunden ist, besteht. Durch die Bildung eines Arbeitskreises war es möglich, die vorliegende Aufgabe nicht nur nach ihrer wissenschaftlichen Seite hin zu untersuchen, sondern auch die hieraus sich ergebenden Schlussfolgerungen für den Flugmotorenbau technisch nutzbar zu machen. An dieser Gemeinschaftsarbeit³⁾ sind ausser meinem Institut beteiligt

Dr. Ing. Brockstedt von der Staatl. Materialprüfungsanstalt Stuttgart

Dipl. Chem. G. Müller vom Organ.-Chem. Institut der T.H. Stuttgart

Prof. Dr. Ing. Nowerka und Dipl. Ing. Dollhopf vom Forschungsinstitut

für Wärmekraftmaschinen der T.H. Stuttgart

Dr. Wahl von I. G. Farbenindustrie Leverkusen

Dipl. Ing. Anders von Daimler-Benz Stuttgart-Untertürkheim

Dr. Wiedmaier vom Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen Stuttgart

Dr. Seemann von Daimler-Benz Gaggenau

1) Heft 52 (1942) der Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung

2) Proc. Roy. Soc. A. 177 (1941) 90.

3) Einzelberichte der beteiligten Stellen sind im Erscheinen begriffen.

000054

Prüfverfahren und Prüfergebnisse.

Motorversuche sind zeitraubend und kostspielig und können auch aus Gründen der Treibstoffersparnis nur für entscheidende Erprobungsversuche eingesetzt werden. Die Vorauswahl muss mit Hilfe eines rasch arbeitenden Laboratoriumsverfahrens vorgenommen werden. Die Zahl der Ölprüfmaschinen ist recht beträchtlich; für bestimmte Anwendungsgebiete geben einzelne Maschinentypen, wie z. B. der Vierkugelapparat von Boerlage¹⁾ für Getriebeöle, praktisch brauchbare Ergebnisse. Für die Beurteilung des Verhaltens eines Schmieröles im Flugmotor haben sich aber bisher eindeutige Beziehungen zwischen den Ergebnissen einer mechanischen Prüfeinrichtung und der Wirkung auf die Reibungsvorgänge in den Motorenlagern und Cylindergleitbahnen nicht gewinnen lassen.

Es war ein günstiger Zufall, dass die in den früheren Untersuchungen über amorphe Metallschichten benützte Verschleissprüfmaschine von Siebel-Kehl zunächst versuchsweise zur Erprobung der verschiedenen Öle mit phosphorhaltigen Zusätzen herangezogen wurde. Wie nicht vorauszusehen war und erst durch die späteren Motorversuche erwiesen wurde, können aus den gemessenen Flächenpressungen und Reibungsbeiwerten qualitative Aussagen über das Schmierverhalten des Öles im Motor gewonnen werden, wobei die verschiedenen Zusatzstoffe in ihrer die Schmierung verbessernden Wirkung stark differenziert werden. Die für einen Versuch erforderliche Ölmenge ist klein, etwa 100 cm^3 .

Auf einem mit $1,0 \text{ m/s}$ rotierenden Ring mit 28 mm Aussen- und 20 mm Innendurchmesser aus Bleibronze oder aus der Kolbenlegierung EC 124 gleiten drei sektorförmige Ausschnitte, mit je etwa 10 mm^2 tragender Fläche, eines Gegenkörpers²⁾ aus Stahl St.60. Die Temperatur des zur

1) Engineering 136 (1935) 46.

2) Vergl. Abb. 5 auf S. 4 des Heft 52 der Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung

000055

Benetzung des Öles wird durch eine Regelvorrichtung auf 120°C konstant gehalten. Vor jedem Versuch werden die Berührungseflächen mit Feldspatpulver von höchstens 10μ Korngröße sorgfältig geläppt. Bei stufenweise gesteigerter Belastung, je eine halbe Stunde 120, 180, 250, 350, 450... kg/cm^2 , wird der Anpressdruck und der Reibungsbeiwert gemessen.

Für einen Ring aus der Aluminiumlegierung EC 124 ist eine Kurve in Abb. 1 enthalten; dem Rotringeöl war 0,1 % Phosphorylchlorid zugesetzt worden. Dadurch erniedrigt sich der Reibungsbeiwert von 0,07 auf 0,01. Ein messbarer Verschleiss ist nicht vorhanden, solange der Reibungsbeiwert so klein ist. Bei einer bestimmten Belastung, dem "höchstzulässigen Anpressdruck", im vorliegenden Falle bei $750 \text{ kg}/\text{cm}^2$, zeigt der Reibungsbeiwert einen plötzlichen Anstieg, der mit merklichem Verschleiss verbunden ist. Bei Bleibronze liegen die Verhältnisse ähnlich (Abb. 2). Die ertragenen Flächenpressungen sind durchweg grösser; der Zusatz bewirkt eine Erhöhung im Verhältnis 1: 6. Die Übertragung des Zahlenfaktors auf die Verhältnisse technischer Lager ist nicht statthaft, da die Kleinheit der tragenden Flächen die Ausbildung eines Schmierfilmes begünstigt. Die Unterschiede werden von der Siebelmaschine gewissermassen "übertrieben". Zur Beurteilung des Schmierverhaltens von in gleicher Weise auf der Siebelmaschine geprüften Ölen ist die höchstzulässige Flächenpressung ein wichtiges Kennzeichen für die praktische Bewährung im Motor.

In prüftechnischer Hinsicht bietet die Legierung EC 124 gewisse Vorteile gegenüber der Bleibronze. Diese erfordert wegen der ertragbaren hohen Belastungen lange Prüfzeiten und differenziert wegen ihrer günstigen Notlaufeigenschaften weniger gut. Bei besonders wirksamen Zusätzen wird die Quetschgrenze erreicht, sodass eine Ermittlung der für den Zusatz kennzeichnenden höchstzulässigen Flächenpressung nicht möglich ist. Andererseits ist zu beachten, dass manche Zusätze auf bestimmte Lagerwerkstoffe spezifisch ansprechen

000056

(vgl. Tab.2). Bei allen entscheidenden Versuchen wurde daher auch die Bestimmung an Bleibronze durchgeführt.

Der in Abb.3 wiedergegebene Einlaufversuch mit 0,1 % Phosphorylchloridzusatz liefert einen ersten Aufschluss über den Wirkungsmechanismus der Phospherverbindungen. Die Flächenpressung wurde stufenweise auf 550 kg/cm^2 gesteigert und dann auf 450 kg/cm^2 gesenkt. Nachdem bei laufender Maschine das zusatzhaltige Öl durch zusatzfreies ersetzt worden war, wurde ein Anpressdruck von 450 kg/cm^2 , also drei Mal so viel ist wie sonst bei Rotringöl, über eine Laufzeit von 70 Stunden, entsprechend einem Laufweg von 280 km aufrecht erhalten. Die Flächenpressung konnte sogar noch weiter gesteigert werden; erst bei 850 kg/cm^2 trat Pressen ein. Demnach erleiden die Gleitflächen durch den Ölzusatz eine Veränderung, die beim Weiterlaufen in reinem Öl über längere Zeit hin bestehen bleibt. Auf diesen Punkt wird später noch zurückgekommen werden.

Aus der grossen Zahl von Versuchen an verschiedenen Präparaten mit Rotringöl¹⁾ sind in Tab.1 einige Zahlenangaben zusammengestellt. Je nach der Aktivität des Zusatzstoffes liegen die Konzentrationen zwischen 0,05 und 1,5 %. Meist tritt ein Optimum bei einer bestimmten Konzentration auf; ein Beispiel hierfür ist die phosphorylige Säure. Der höchste Flächenpressdruck wurde mit dem Präparat M.100 (Diparachlorphenylphosphat) erreicht.

1) Auch bei sehr dünnflüssigen Ölen z.B. für hydraulische Getriebe waren die Zusätze wirksam.

000057

Tab.1 Höchstzulässige Belastung und Reibungsbeiwert von
ringöl mit Zusätzen auf der Siebel-Kohl-Maschine (Brack)

Sp. = Siedetemperatur Zp. = Zersetzungstemperatur
Angabe "fest" oder "flüssig" bezieht sich auf 20° C.

Art des Zusatzes	Konzentration	kg/cm ²	μ
Phosphorylchlorid Sp. 270°, flüssig	0,05	750	0,01
	0,10	850	0,01
	0,20	800	0,005
	0,30	700	0,005
Phosphorylige Säure Zp. 200°, fest	0,2	600	0,01
	0,3	750	0,01
	0,4	700	0,01
	0,5	500	0,01
Diphenylphosphat Zp. 245°, fest	1,0	900	0,02
Phenylphosphinsäure- diphenylester M.1 Sp. 360°, fest	1,2	800	0,02
Phenylphosphinsäure- dikresylester M.507 Sp. 390°, flüssig	1,5	850	0,02
Diparachlorphenyl- phosphat M. 100 Sp. 250°, fest	1,0	> 1400	0,01
I.G. 891 Zp. 310°, fest	0,8	> 1000	< 0,01
I.G. 1586/80 BS (J.7) Zp. 310°, flüssig	2,0	1000	0,01
Schwefel (Junkerverfahren)	(0,008)	450	0,01

000058

Die Reibungsbeiwerte liegen im allgemeinen bei 0,01 und lassen erkennen, dass gemischte Reibung mit starker Annäherung an Vollschmierung vorliegt. Bemerkenswerterweise ergaben Prüfgeräte von Reifbrock und von Kluge, die im Gebiet der reinen Grenzschmierung arbeiten, keine deutlichen Unterschiede zwischen zusatzfreiem und zusatzhaltigen Öl. Unter Vorwegnahme der später zu besprechenden Motorversuche erscheint der Hinweis berechtigt, dass offenbar das Verhalten eines Öles im Zustand der Grenzschmierung für die Beurteilung der Bewährung im Motor nicht die ihm bisher beigelegte Bedeutung besitzt.

In der Abb. 4 sind die Ergebnisse der Siebel-Maschine für das in den Motorversuchen vorwiegend benützte phosphorhaltige I.G. Präparat 891 einem nach dem Junkersverfahren geschwefelten Rotringöl gegenübergestellt. Bei niederen Drücken ist der Reibungsbeiwert des geschwefelten Öles grösser als bei reinem Öl; die ertragene Flächenpressung bis zum Stellenstieg des Reibungsbeiwertes und der starken Verschleisszunahme ist aber wesentlich höher. Steigerung der Schwefelkonzentration auf etwa das 10fache bringt nur eine Verschlechterung. Bei 891 liegen die Reibungsbeiwerte viel niedriger; die höchstzulässige Flächenpressung ist schon bei 0,4 % grösser als beim geschwefelten Öl und erreicht bei der üblichen Konzentration von 0,6 bis 0,8 % Werte von 1000 kg/cm^2 . Nach dem Verlauf der Kurven zu schliessen, ist die Wirkungsweise des Zusatzes von elementarem Schwefel und von phosphorhaltigen organischen Verbindungen etwas verschieden.

Einen unmittelbaren Anschluss über die Wirkung der phosphorhaltigen Zusätze auf die Tragfähigkeit von Lagern liefern Versuche auf einer grossen Lagerprüfmaschine, Bauart Wewerka, mit einem Ölumlaufl von 30 l. Eine nitrierte Stahlwelle von 45 mm Durchmesser läuft mit einer Gleitgeschwindigkeit von 7 m/s in Lagern mit 20 mm

000059

Breite und einem Spiel von 0,09 mm. Die Erhöhung der Tragfähigkeit durch die Zusätze ist teilweise recht erheblich, z.B. bei Bleibronze 50 bis 210 % (Tab. 2). Der Einfluss des Lagerwerkstoffes ist unverkennbar; die Präparate 891 und M.1. verhalten sich in ihrer Wirksamkeit umgekehrt, je nachdem Bleibronze oder Silber zum Vergleich herangezogen wird. Die geringen Verbesserungen bei der Kolbenlegierung EC 124 sind wohl darauf zurückzuführen, dass die harten, siliciumreichen Gefügebestandteile bei der Abnutzung der Oberfläche stehen bleiben und zu Durchbrechungen des Schmierfilmes Anlass geben. Für hochzinnhaltige Lager sind phosphorhaltige Zusätze nicht verwendbar wegen Zersetzung; für Blei-Antimon-Austauschlager mit etwa 10% Zinn können sie dagegen unbedenklich Verwendung finden.

Zur Nachprüfung der auf der Siebel-Maschine beobachteten Nachwirkung wurden Stahlwelle und Bleibronzelager zunächst in Öl mit 0,6 % 891 zwei Stunden bei 120 kg/cm² zum Einlaufen gebracht. Dann wurde nach Auswechseln des Öles gegen zusatzfreies die Belastung alle 20 Minuten um je 40 kg/cm² erhöht, bis bei 680 kg/cm² Fressen eintrat; diese erreichte Grenzbelastung ist 2 1/2 Mal so gross als beim Einlaufen in reinem Öl. Verbesserungen der Tragfähigkeit wurden auch beobachtet, wenn nur die Welle oder nur das Lager in zusatzhaltigem Öl eingelaufen sind. Es genügt also im praktischen Motorbetrieb das Zusatzmittel nur für die Einlaufzeit anzuwenden, wenn durch ausreichende Ölfilterung dafür gesorgt wird, dass der gebildete Laufspiegel später nicht durch Fremdkörper zerstört wird.

000060

Tab. 2 Erhöhung der Tragfähigkeit von Stahlwellen mit Lagern aus verschiedenen Werkstoffen durch Zusätze zum Öl (Kawerka und Dollhopf).

Wellendurchmesser 45,0 mm, Zapfenumfangsgeschwindigkeit 7 m/s, mittelschweres Dampfturbinenöl (4,5 E bei 50° C).

Art des Zusatzes	konz. Bleibronze		Silber	Sonder- messing	Leichtmetall BC 124
	%	%	%	%	%
Phosphenylchlorid	0,05	-	-	50	-
Phosphenylige Säure	0,3	65	90	20	20
Diphenylphosphat	1,0	100	-	-	-
Phenylphosphinsäure-1,2 diphenylester K.l.		180	20	230	30
I.G. 891	0,6	50-75	210	50	30
I.G. 1586 / 80 BS	2,0	-	-	30	20

Gesichtspunkte für die chemische Entwicklung.

Organisch-chemische Stoffe, die als Schmierölzusatz für Flugmotoren verwendet werden sollen, müssen einer Reihe von Bedingungen genügen, die in ihrer Gesamtheit schwierig zu erfüllen sind. An der Spitze steht hohe Temperaturbeständigkeit, möglichst über 300° C. und Unzersetzlichkeit gegen Wasserdampf. Grosse Wirksamkeit ist meistens mit leichter Zersetzlichkeit und geringer Temperaturbeständigkeit verknüpft (vgl. Tab. 1) Aus diesem Grunde ist z.B. das hochaktive

000061

Phosphorylchlorid für den Motorbetrieb ungeeignet. Die Präparate dürfen ferner nicht mit Bleitetraäthyl chemisch reagieren und Alterung und Verharzung des Öles beschleunigen, weil sonst Kolbenringstecken auftritt. An dieser Schwierigkeit ist die Einführung mancher in der Literatur angegebener Zusatzstoffe z.B. Trikresylphosphat + Ölsäure, gescheitert. Dazu kommt noch die praktische Forderung einer guten Öllöslichkeit, damit die Zugabe möglichst ohne Erwärmung des Öles erfolgen kann. Am günstigsten sind in dieser Hinsicht die Stoffe in flüssiger Form wie Phenylphosphinsäuredikresylester. Bei den festen Präparaten kann durch Verwendung von Lösungsvermittlern, z.B. Laurylalkohol bei Diphenylphosphat, Abhilfe geschaffen werden. Das für die Motorversuche vorwiegend benützte I.G. Präparat 891 erfordert eine Anwärkung des Öles auf 160° C. Durch Hinzufügung einer löslichmachenden Komponente, Präparat 1586/80 wurde erreicht, dass das Präparat in einer Mischung von Benzol und Äthylalkohol flüssig angeliefert werden kann (Bezeichnung 1586/80 BS). Diese Lösung ist mit der 50fachen Menge Rotringöl kalt zu vermischen.

Insgesamt wurden etwa 50, meist phosphorhaltige organische Stoffe hergestellt; hievon wurden 18 Phenyl-derivate erstmals von Dipl.Chem. G.Müller dargestellt. Dabei haben sich folgende Gesichtspunkte ergeben: Die Moleküle müssen ausser dem Phosphor eine weitere aktive Gruppe z.B. Cl oder OH enthalten. Hierzu muss noch eine Aryl- oder Alkylgruppe hinzukommen. Die Phosphorsäure selbst ist z.B. nicht wirksam. Beim Phosphorylchlorid hängt am Benzolkern ein Phosphoratom an, das zwei Chloratome gebunden sind. Bei der phosphorylierten Säure ist das Phosphoratom mit zwei OH-Gruppen und einem Sauerstoffatom verknüpft. Beim Phenylphosphinsäurediphenylester ist die OH-Gruppe mit Phenol veräthert (Abb.5). Durch Einführung von Halogen in den Kern von Arylestern der Phosphorsäure wird die Wirksamkeit wesentlich erhöht, z.B. Diparachlorphenylphosphat.

000062

Einführung von Alkylresten in den Kern verbessert die Löslichkeit im Öl. Die Acidität der Präparate spielt keine entscheidende Rolle für die Wirksamkeit. Für den Grosseinsatz ist auch die Rohstoffbasis zu berücksichtigen. In dieser Hinsicht ist es empfehlenswert für die praktische Anwendung mehrere Präparate mit möglichst verschiedener Rohstoffbasis vorzusehen.

Der Frage der Rückwirkung des Zusatzmittels auf das Öl wurde besondere Beachtung geschenkt. Vom technischen Prüfstand Oppau der I.G. Farbenindustrie durchgeführte Ringsteckversuche ergaben für das flüssige I.G.Präparat ¹⁾ 1586/80 BS mit 2,0 % Konzentration keine Verkürzung der Laufzeit gegenüber zusatzfreiem Rotringöl, während für 1,2 % des Präparates M.l. die Laufzeit nur 80 % des Wertes für reines Öl betrug. Es ist bemerkenswert, dass die Laboratoriumsversuche mit den verschiedenen Testmethoden für die Alterungswirkung der beiden Präparate gerade das Umgekehrte liefern; der Zusatz M.l. verhielt sich besser als 1586/80 BS. Diese Beobachtung ist ein neues Kapitel für die Nichtübereinstimmung von Testversuch und Motorringsteckversuch.

Versuche über den Wirkungsmechanismus der Ölzusätze.

Die festgestellte Erhöhung der Belastbarkeit bei Verwendung von Öl mit phosphorhaltigen Zusätzen kann grundsätzlich auf zwei verschiedenen Ursachen beruhen, auf einer Erhöhung der Druckfestigkeit des Ölfilmes durch Verbesserung der Adsorption oder auf einem Abtragen der Spitzen der Gleitoberflächen durch mechanische und chemische Vorgänge. Der zweite Standpunkt wird von Beeck, Givens und Smith angenommen; die Unebenheiten werden an den Stellen stärkster Belastung und damit höchster Erwärmung und Reaktionsgeschwindigkeit zuerst entfernt; die Wirkung besteht in einem "chemischen Polieren". 000063

Versuche zu einer unmittelbaren Bestimmung des Haftvermögens des

1) Ganz auffallend war der geringe Kolbenringverschleiss

Ölflase mit Hilfe einer rotierenden Metallscheibe und Zängung des Ölbelages führten nicht zu einwandfreien Ergebnissen. Dagegen lieferte ein chemisches Verfahren zur Ermittlung des Netzvermögens deutliche Unterschiede. Eisenpulver wird mit Öl und Benzol vermischt; die unter einer bestimmten Einwirkung von Schwefeläure gelöste Eisenmenge ist ein Mass für das Netzvermögen (α). Für Rotring allein ist $\alpha = 2$, für 1 % M.1 $\alpha = 26$ und für 1 % 891 $\alpha = 29$. Demnach wird das Netzvermögen durch die Zusätze deutlich erhöht.

Die Beobachtungen auf der Siebel- und Wewerka-Maschine über die Beständigkeit der durch das Zusatzmittel bewirkten Veränderungen der Gleitflächen, wenn das Weiterlaufen in zusatzfreiem Öl erfolgt, sprechen für die Anschauung, dass die Unebenheiten der Oberfläche ausgeglättet werden. Dies lässt sich durch optische Verfahren unmittelbar nachweisen. Auf der Siebel-Maschine liefen drei Ringe aus EC 124 und drei Gegenkörper aus Stahl St 60 je 8 km bei 120 kg/cm^2 , das erste Paar in zusatzfreiem Rotringöl, das zweite in Rotringöl mit 1 % des I.G. Präparates 891 und das dritte in einem nach dem Junkersverfahren geschwefelten Rotringöl (Schwefelgehalt etwa 0,008 %). Die nach Schmelz hergestellten Lichtschnittaufnahmen sind in Abb.6 für die Ringe und in Abb.7 für die Stahlkörper enthalten. Die Unterschiede in der Wirkung sind überraschend gross. Die mit geschwefeltem Öl gelaufenen Flächen sind weniger rau als die entsprechende Flächen, bei Verwendung reinen Öles. Ausserordentlich stark ist die Ausglättung durch den Zusatz 891. Die Unebenheiten betragen bei zusatzfreiem Öl für Leichtmetall und Stahl etwa 14μ , bei geschwefeltem Öl 10μ beim Leichtmetall und 6μ beim Stahl, bei 891 nur 2μ für beide Metalle. Im geläppten Ausgangszustand liegen die Werte etwa bei 4 bis 6μ . Diese Befunde sind in gutem Einklang mit den früheren Messungen des

1) nach Kadmer Schmierstoffe (1940) S. 286.

000064

Reibungsbeiwertes.

Für die optische Verfolgung des Einlaufvorganges von Lagern hat sich uns die interferometrische Methode besser bewährt als mikroskopische oder elektronenmikroskopische Aufnahmen, die vorhandene Unterschiede nicht so ausgeprägt erkennen lassen. Zwei Aufnahmen mit dem Zeissinterferometer von der Oberfläche einer gehärteten Stahlwelle in geläpften Zustand und nach dem Einlaufen in reinem Rotringöl (Plächenpressung alle 20 Minuten um je 40 kg/cm^2 allmählich bis 120 kg/cm^2 gesteigert) sind in Abb. 8 dargestellt. An den tragenden Stellen der Welle beginnen sich die Interferenzkurven auszuglätten. Die Aufnahmen von zwei bis zu 200 kg/cm^2 aufbelasteten Wellen, deren Interferenzbildet im geläpften Zustand gleich waren, sind in Abb. 9 gegenübergestellt. Die Interferenzkurven der mit $0,6\%$ 891 gelaufenen Welle sind wesentlich glatter. Der Einlaufvorgang wird somit durch den Zusatz beschleunigt und verbessert, wahrscheinlich dadurch, dass die Oberflächenspitzen, welche die Stellen höchsten Druckes und höchster Temperatur sind, durch chemische Reaktion mit dem Phosphor abgetragen werden. Hiefür spricht auch das Auftreten eines fest haftenden, nicht löslichen bräunlichen Oberflächenbelages der mit Zusatz gelaufenen Lager. Dieser Belag macht die interferometrische Untersuchung der Lagergleitflächen unmöglich.

Ölzusatzmittel für Getriebeöle.

Der durch die Rohstofflage erzwungene Verzicht auf die Aufsetzung der Getriebeöle gab Anlass zu einer Untersuchung der Wirkung der phosphorhaltigen Zusätze bei Beanspruchungen, wie sie in Getrieben auftreten. Nach den vorliegenden Erfahrungen konnte hiefür das Verhalten auf dem Vierkugelapparat von Boerlage als Prüfmasstab unbedenklich verwendet werden. Gemessen wird die Belastung, bei der ein

000065

Verschweissen der Stahlkugeln eintritt. Aus einer grösseren Versuchsreihe sind einige Ergebnisse in Tab. 3 zusammengestellt. Motorenöl der Wehrmacht (Sommer) mit den verschiedenen Zusätzen erreicht bei normalen gehärteten Stahlkugeln nicht die Werte von Getriebeöl. Dagegen wird das Getriebeöl übertroffen, wenn nach dem Vorschlag von Bokaniller gebonderte Kugeln benutzt werden. In diesem Fall ist die Druckfestigkeit etwa so gross wie die von bestem Hypoidöl bei normalen Kugeln.

Tab. 3 Schweisspunktbelastung verschiedener Öle auf dem Vierkugelapparat (W. Seemann).

MÖWS = Motorenöl der Wehrmacht Sommer

Art des Öles	Art und Konzentration des Zusatzes		Stahlkugeln	
		%	normal kg	gebondert kg
Getriebeöl	-	-	260	600
MÖWS	-	-	140	300
"	I.G. 891	0,5	180	950
"	" "	0,2	-	850
"	M 100	0,5	190	850
"	M 100	0,2	180	800
"	M 401	0,5	180	1000
"	M 401	0,2	180	1000
"	"	0,1	160	950
"	"	0,05	160	800
Hypoidöl	Schwefel	?	1000	-

Besonders wirksam für die Beanspruchung im Getriebe ist der Zusatz M.401; schon Konzentrationen von 0,05 % genügen, um bei gebonderten Kugeln einen Schweisspunkt von 800 kg zu erzielen. Eine unangenehme Eigenschaft der derzeitigen fettfreien Getriebeöle ist das Nachlassen ihrer Druckfestigkeit bei höheren Temperaturen. Bei einstädi-

000066

ger Erhitzung auf 200°C unter ständigen Luftdurchblasen sinkt die Druckfestigkeit auf etwa $3/4$ des Betrages, während sie bei Motorenöl mit den in Tab. 3 aufgeführten phosphorhaltigen Zusätzen voll bestehen bleibt. Besonders deutlich tritt die Ueberlegenheit hervor bei Verschleissmessungen an Zahnradgetrieben, die bei 150°C bis zu 112 Stunden ausgedehnt wurden (Glaubitz, KPA Stuttgart). Bei Motorenöl mit 0,5 % Zusatz M.100 hält sich der Verschleiss in niedrigen Grenzen, bei Getriebeöl zeigt er schon nach etwa 50 Stunden einen steilen Anstieg.

Für die Anwendung in Hinterachsgetrieben ist die Frage wichtig, ob die Zusatzstoffe das übliche Dichtungsmaterial angreifen. Nach Quellversuchen der Firma Carl Freudenberg in Weinheim kann bei 0,2 % M.100 oder M.401 das normale Dichtungsmaterial benützt werden. Höhere Konzentrationen erfordern Simritdichtungen. Schwierigkeiten bestehen also in dieser Hinsicht nicht.

Versuche mit Kraftwagenmotoren.

Zur Gewinnung von Unterlagen über die Beständigkeit des zusatzhaltigen Öles im motorischen Betrieb wurden Fahrversuche mit einem 2 l BMW-Wagen des Instituts durchgeführt. Nach gewissen Fahrstrecken wurden Ölproben entnommen und auf der Siebelmaschine geprüft. Von einer Ergänzung des Ölvorrates in der Kurbelwanne wurde abgesehen. Die Präparate verhalten sich sehr unterschiedlich. Zum Vergleich sind einige Werte für 200 Kilometer Fahrstrecke aufgeführt; die ursprüngliche Wirksamkeit war abgesunken auf 40% bei der phosphorylierten Säure, auf 60% beim Diphenylphosphat, auf 70% beim Präparat M.1 und auf 80% beim Präparat M.507. Dieses liess sogar nach 1300 Kilometer Fahrt noch eine kleine Wirkung erkennen.

Qualitative Beobachtungen über Treibstoffverbrauch und Motor-

000067

leistung führten zu der Frage, in wie weit eine Verminderung der inneren Reibungswiderstände des Motors sich praktisch auswirkt. Dass eine solche Verminderung infolge der Wirkung der Zusätze auftreten muss, ist nach den Ergebnissen der Siebelmaschine mit Sicherheit zu erwarten. Für solche Versuche besonders geeignet sind noch nicht eingelaufene Motoren. In einem Volkswagen des VKFS wurde ein fabrikmeyer Motor eingebaut. Auf der Autobahn wurde bei festgehaltener Stellung der Gasdrosselklappe eine Messtrecke von etwa 5 km in beiden Richtungen durchfahren und die mittlere Geschwindigkeit als Verhältnis aus Weg durch Zeit, sowie der Treibstoffverbrauch gemessen. Durch Ausmittlung der Werte für Hin- und Rückfahrt lassen sich Störungen durch Wind weitgehend ausschalten. Zunächst wurde mit Essolub 40 gefahren, dann an Ort und Stelle angewärmtes Essolub 40 mit 0,6 % 891 eingefüllt. Die erzielte Genauigkeit ist aus den Kurven der Abbildung 10 zu ersehen. Abgesehen von der ersten Hin- und Rückfahrt ist die Geschwindigkeit höher und der spezifische Treibstoffverbrauch¹⁾ niedriger als bei zusatzfreiem Öl. Die Ausnahmestellung der ersten Fahrt mit zusatzhaltigem Öl zeigt, dass es einer gewissen Zeit bedarf, bis die Wirkung voll zur Geltung kommt.

Mit dem Volkswagen wurden insgesamt drei solche Messreihen durchgeführt. Beim erstmaligen Einfüllen von zusatzhaltigem Öl nach 380 km Fahrstrecke seit Verlassen der Fabrik wurde eine Zunahme der Geschwindigkeit um 8% und eine Abnahme des spezifischen Treibstoffverbrauches um 14% festgestellt. Vom Kilometerstand 600 bis 1800 wurde mit reinem Essolub 40 gefahren. Dann wurde frisches Essolub 40 mit 0,6 % 891 eingefüllt und eine Verbesserung von je 4% der Geschwindigkeit und des spezifischen Treibstoffverbrauches erreicht. (Abb. 10). Bei erneuter Anwendung des Zusatzes nach 15800 km Fahrstrecke war eine Wirkung des

1) Verbrauch pro Einheitsstrecke, geteilt durch Geschwindigkeit. Der Verbrauch nimmt mit der Geschwindigkeit zu.

Zusatzes nicht sehr nachweisbar. Versuche mit einem 7000 km gefahrenen 2 l HWV-Wagen bestätigten den Befund, dass bei einem gut eingefahrenen Kraftwagenmotor durch den Einsatz praktisch merkliche Leistungsgewinne nicht zu erzielen sind. Dagegen wurde beim Beschleunigen aus kleinen Geschwindigkeiten mit dem direkten Gang eine Verbesserung festgestellt. Dies ist im Einklang mit der im Rahmen der Versuchsfahrten gemachten Beobachtung, dass bei einem dünneren Öl-Emulsiolub 20 statt 40 mit einem Viskositätsverhältnis 1:2 - beim Beschleunigen aus 20 km/h Geschwindigkeit über eine Messtrecke von 100 m mit 2% Steigung die Verbesserung 5% beträgt.

Die Zusatzmittel ermöglichen die Verwendung dünnerer Öle, ohne die Gefahr des Fressens befürchten zu müssen. Diese haben ausser dem leichteren Start bei Kälte den Vorteil, dass der Schmierstoff rascher zu den einzelnen Schmierstellen gelangt; ferner bleiben die Lagertemperaturen, die sich proportional zu der Viskosität verhalten, niedriger. Aus diesen Gründen werden im Ausland dünnflüssige Öle für den Kraftwagenmotor empfohlen. 1).

Erprobung im Flugmotor.

Im Vordergrund des Interesses stand zunächst die Frage, ob bei den hohen Cylindertemperaturen die Beständigkeit der Zusätze ausreichen wird. Während eines 10 Stundenlaufes eines Einzylinderaggregates vom Motortyp DB 605 wurden laufend Ölproben entnommen. Das Ergebnis der Prüfung auf der Siebelmaschine zeigt die Abb. 11 für das Präparat 891. Zunächst tritt ein merklicher Verbrauch des Zusatzes ein, bis sich dann im Zuge der normalen Ölergänzungen ein konstanter Wert einstellt, der auf der Siebelmaschine einer Flächenpressung von 500 kg/cm^2 entspricht. Der zweite Gefahrenpunkt ist die Rückstands-

1) C.G. Williams (Forsch. Inst. der engl. Atom. Ing.) 1941.

Bildung und das Kolbenringstecken. Aus diesem Grunde musste Diphenylphosphat ¹⁾ ausgeschlossen werden.

Aus der umfangreichen Erprobung der Deimler-Benz A.G. ist besonders erwähnenswert ein 100 Stundenlauf eines neuen Motors DB 605 mit 2% Zusatz 1586/80 BS (flüssiges Präparat). Nach 50 Stunden wurde die Konzentration auf die Hälfte herabgesetzt. Die Grundlager zeigten gute Laufspiegel; ihre Oberfläche war leicht mattiert, mikroskopisch waren feinste, gleichmäßige Aufrauhungen erkennbar. Die Laufspiegel hatten eine Rosafärbung, die an der Luft allmählich in dunkelbraune Farbe überging. Die nichttragenden Stellen waren dunkelbraun bis schwarz. Der Belag konnte durch Abwischen nicht beseitigt werden. Die Befunde der dunkel verfärbten Hublager war ebenfalls sehr gut.

Bei den Kolbenbolzen fehlten die sonst beobachteten Anlauffarben. Die Kolbenringe zeigten ein gutes Tragbild. Irgendwelche Korrosionserscheinungen traten an keinem Teil des Motors auf. Die Rückstandsbildung war normal. An einigen Kolbenringen wurde Kleben beobachtet, ohne dass sich jedoch während des Laufes irgendwelche Anstände ergeben hätten. Bei Verwendung des Präparates in der üblichen Konzentration sind demnach während der Einlaufdauer irgendwelche unangenehme Nebenerscheinungen sicher ausgeschlossen.

Die Ergebnisse von Serienversuchen an 126 Flugmotoren DB 605, von denen die eine Hälfte mit reinem Rotringöl, die andere Hälfte mit dem Zusatz 891 bzw. 1586/80 BS eingelaufen ist, sind in Abb. 12 graphisch dargestellt. Die Bewertung der Lagerbefunde erfolgte nach einem Punktsystem; die beste Oberflächengüte ist mit 11 bezeichnet.

1) Nach einer mündlichen Mitteilung von Dr. Zorn (J.G. Farbenindustrie Leunawerk) soll die amerikanische Luftwaffe im Jahre 1938 Diphenylphosphat verwandt, aber nach einiger Zeit wieder aufgeben haben.

Lager mit 6 Punkten werden von der Kontrolle noch eben durchgelassen. Die Verbesserung des Einlaufvorganges durch den Zusatz ist unverkennbar. Das Häufigkeitsextrakt wird in Richtung der hohen Punktablenkungen verlagert unter Wegfall der zahlreichen Lager an der unteren Zuverlässigkeitsgrenze. Dazu kommt noch, dass bei dem Betrieb mit Zusatzöl kein einziger Ausschusslager infolge Pressens auftritt, während in der Vergleichsserie mit reinem Öl 14 Lager aus diesem Grund ausgeschieden werden mussten. Dabei ist für die Beurteilung der praktischen Bedeutung zu beachten, dass sich diese Zahl auf nahezu ebensoviele Motoren verteilt, da meist nur ein Lager pro Motor ausfällt.

Eine Grossserie von 462 Flugmotoren DB. 605 D, die mit dem Zusatz 1586/80 einlaufen sind, ergibt einen ganz klaren Befund: Die Zahl der Ausschusslager ist auf den fünften Teil des normalen Betrages zurückgegangen; an Lagern mit Schmutzwirkung ist die Riefenbildung auffallend geringer als bei zusatzfreien Öl.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es möglich ist, chemische Zusatzstoffe zum Schmieröl herzustellen, welche bedeutende Verbesserungen des Einlaufvorganges von Flugmotoren bringen, ohne dass nachteilige Nebenerscheinungen auftreten. Ob grundsätzlich den phosphorhaltigen Stoffen eine Überlegenheit gegenüber den Schwefel- und Chlorhaltigen zukommt, muss der weiteren Forschung vorbehalten bleiben. Wichtig ist bei der gegenwärtigen Rohstofflage, dass die praktische Anwendung im Flugmotorenbetrieb auf mehrere Präparate mit möglichst verschiedenen Ausgangsstoffen abgestellt wird.

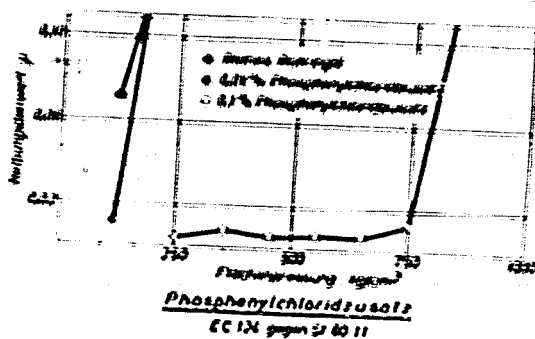


Abb.1 Flächenpressung und Reibungsbeiwerte für Leichtmetall EC 124 bei Phosphorylchloridzusatz (Brockstedt).

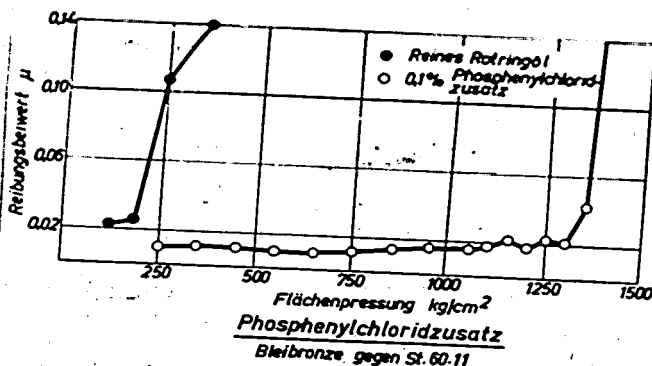


Abb.2 Flächenpressung und Reibungsbeiwerte für Bleibronze bei Phosphorylchloridzusatz (Brockstedt).

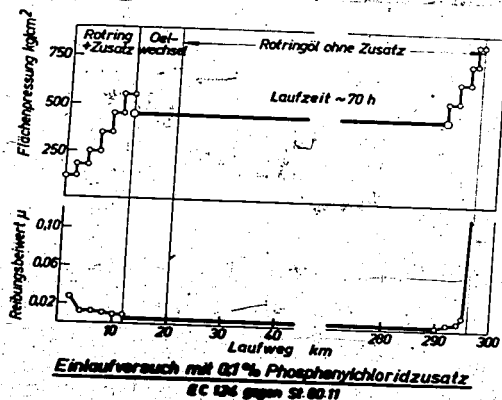


Abb.3 Einkaufversuch auf der Siebel-Kehl-Maschine mit Phosphorylchloridzusatz (Brockstedt).

000072

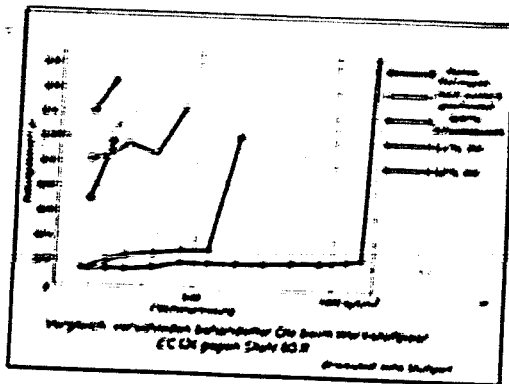
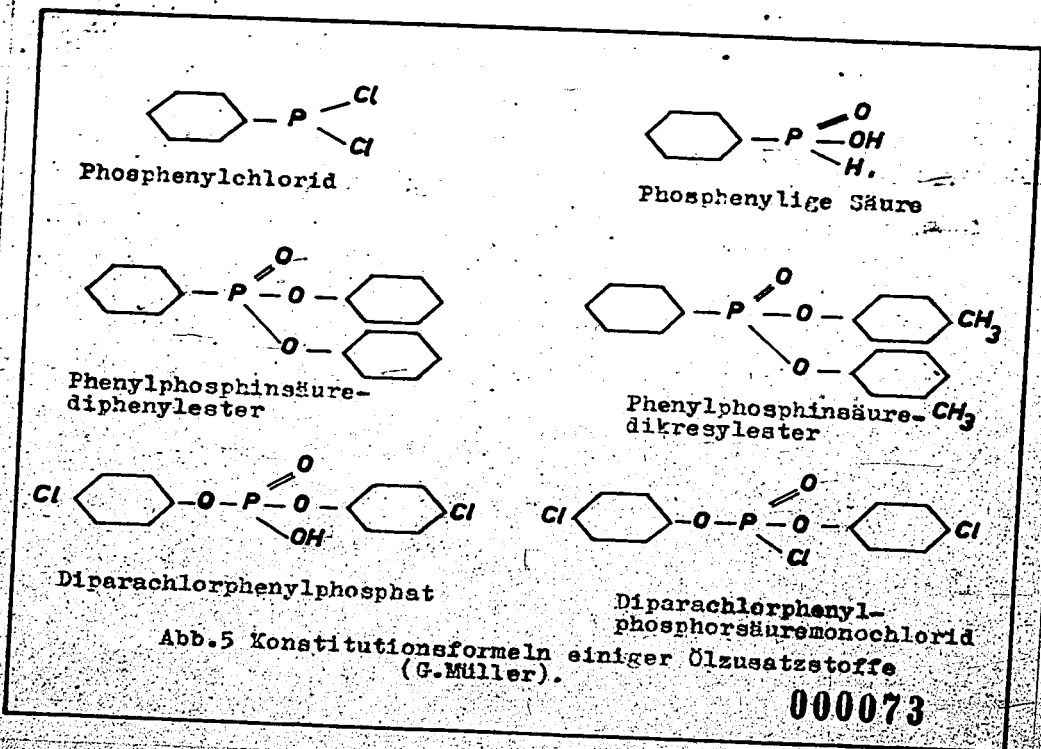


Abb.4 Flächenpressung und Reibungskoeffizienten für geschwefeltes Öl und für den Zusatz I.G. 891 bei Ringen aus EC 124 (Brookstedt).



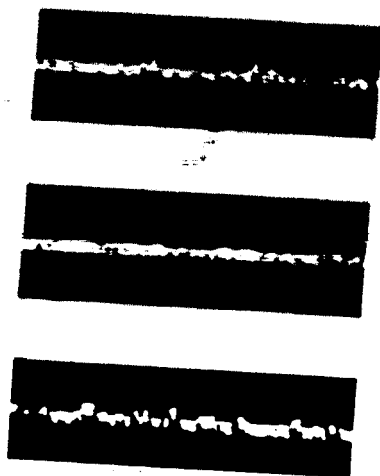


Abb.6 Lichtschnittaufnahmen v. Leichtmetalloberflächen EC 124

- a) geschwefeltes Rotringöl nach Junkersverfahren
- b) Rotringöl mit 0,6% Präparat I.G. 891
- c) Rotringöl ohne Zusatz

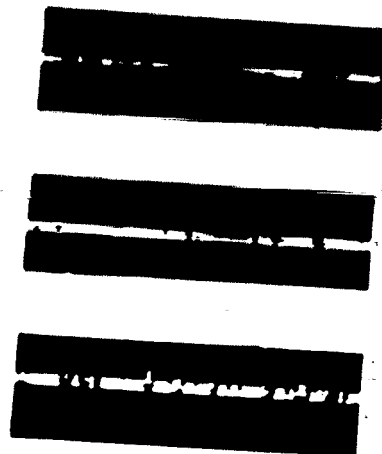


Abb.7 Lichtschnittaufnahmen von Stahloberflächen St.60

- a) geschwefeltes Rotringöl nach Junkersverfahren
- b) Rotringöl mit 0,6% Präparat I.G. 891
- c) Rotringöl ohne Zusatz

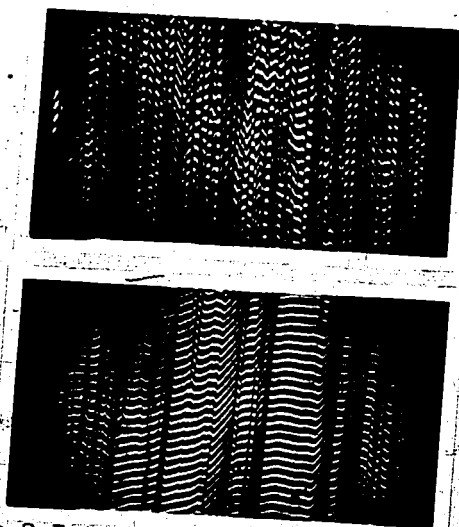


Abb.8 Interferenzaufnahmen einer gehärteten Stahlwelle

- a) im geläpften Zustand
- b) nach dem Einlaufen in Rotringöl ohne Zusatz bei 120 kg/cm²

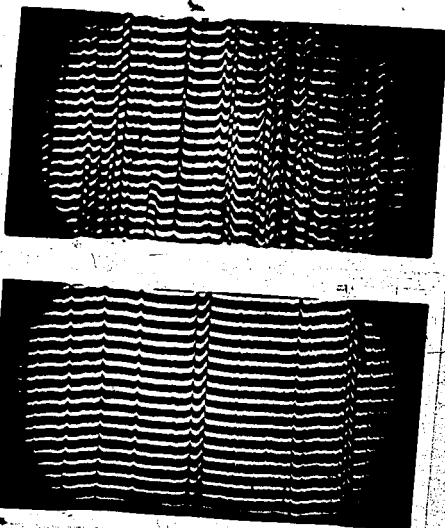


Abb.9 Interferenzaufnahmen von zwei bei 200 kg/cm² eingelaufenen gehärteten Stahlwellen

- a) zusatzfreies Rotringöl
- b) Rotringöl mit 0,6% Präparat I.G. 891

000074

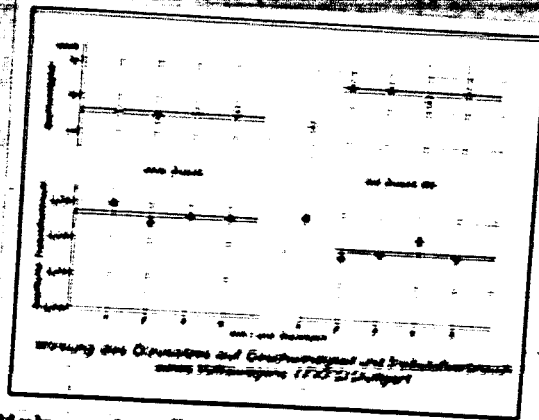


Abb. 10 Wirkung des Ölzusatzes I.G. 891 auf Leistung und
 Treibstoffverbrauch eines Volkswagens
 (Versuchsfahrten gemeinsam mit Wiedmaier).

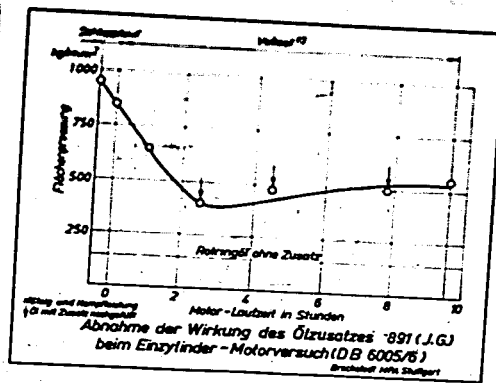


Abb. 11 Prüfung der Beständigkeit des zusatzhaltigen Öles.
 (0,6% I.G. 891) beim Flugmotorbetrieb (Brockstedt).

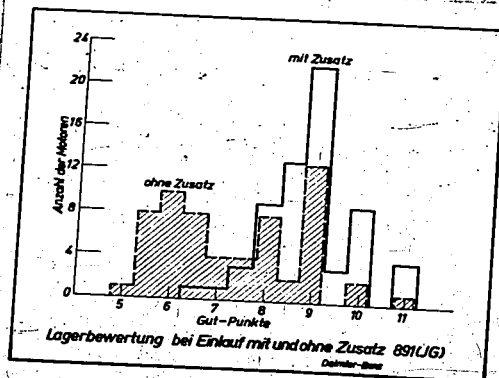


Abb. 12 Statistischer Vergleich der Lagerbefunde von Flug-
 motoren DB 605 nach dem Einlaufen in Rotringöl mit
 und ohne Zusatz (Anders und Halver).

000075



Deutscher Forschungsrat
Forschung für wissenschaftliche
u. technische Zwecke
Bonn, Postfach 1015
5000 Bonn 1

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Inhaltsverzeichnis:

- 1) Aufbau des Prüfmotors
- 2) Einstellung der Betriebsbedingungen
- 3) Leistungsmessung
- 4) Bedienung der elektrischen Anlage
- 5) Allgemeine Betriebsanweisungen für den Motor
- 6) Bedingungen für die Kraftstoffprüfung
- 7) Lichtbilder und Zeichnungen.

Sachbearbeiter:

Gross.

000077

Bearbeiter: **GROSS**

Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:



Technische Universität
Stuttgart
Vereinigung der
Technischen Hochschulen
in Baden-Württemberg
676, 71 Stuttgart

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 2

Der im Forachungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren an der Technischen Hochschule Stuttgart entwickelte Einzylinderprüfstand dient in der Hauptsache den Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Kraftstoff und Motor. Zusammen mit einem im Institut entwickelten Zündverzugsmeßgerät dient der Prüfstand zur Bewertung der Diesel- und Otto-Kraftstoffe auf der Grundlage der Messung des Zündverzugs.

Der Verbrennungsmotor und die elektrische Anlage sind auf einem gemeinsamen Sockel aufgebaut (Bild 1). Die Verkleidung der elektrischen Anlage ist als Schalttafel ausgebildet. Auf ihr sind die zur Ueberwachung nötigen Geräte und die Bedienungsvorrichtungen zusammengefasst.

- 1) Aufbau des Prüfmotors. (vgl. die drei beiliegenden Übersichts- und Schnittzeichnungen)

Kurbelgehäuse (Bild 2)

Das Kurbelgehäuse ist aus Gusseisen. Ausser einem Ölablasshahn und Entlüftungstutzen weist es einen grossen Reinigungsdeckel auf, so dass das Gehäuse gut zugänglich ist. In dem Reinigungsdeckel befindet sich ein Blindstopfen zur Ölnachfüllung.

Zylinderbüchse

Die Zylinderbüchse mit ihrem Kühlwassermantel ist aus Zylindergusseisen. Um den Einbau des Kolbens mit den Kolbenringen zu erleichtern, ist sie unten abgeschrägt.

Zylinderkopf (Bild 3)

An den Zylinderkopf, der ebenfalls aus Gusseisen ist, sind die Ein- und Auslasskrümmer angeflanscht. Mit vier Stehbolzen wird er auf den Zylinder gepresst. Ausserdem hat der Zylinderkopf einen Zischhahn zum leichteren Durchdrehen des Motors beim Anfahren.

000078

Bearbeiter:
Prüfer:

GROSS

Tag:
Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



ALBERT MERTZ & CO.
KRAFTSTOFFMOTOREN
STUTTGART

Betriebsanleitung für den Kraftstoffmotor.

Bl. 3

Steuerung

Die Steuerung ist als obenliegende Nockenwelle mit aufgesetzten Nocken, die leicht auswechselbar und mit einer Nockenverzahnung von 4 zu 4° verstellbar sind, ausgebildet. Das Steuergehäuse wird mit denselben verlängerten Stehbolzen, die den Zylinderkopf auf dem Zylinder halten, auf den Zylinderkopf gepresst. Der Steuerungsantrieb erfolgt über eine Königswelle mit zweifacher Kegelradverzahnung.

Ventile

Die hängenden Ventile sind für Ein- und Auslass gleich gross und besonders gekennzeichnet.

Kurbelwelle

Um einen möglichst ruhigen Lauf des Einzylinder-Motors zu gewährleisten, ist die Kurbelwelle mit Gegengewichten und einem kräftigen Schwungrad ausgerüstet. Sie trägt vorn ein Kegelrad, in das das Kegelrad der Königswelle und das des Ölpumpenantriebs eingreift. Auf einer Verlängerung nach aussen sitzt ein Keilriemenrad und ein Unterbrechernocken. An dieser Stelle kann die wahre Bewegung der Kurbelwelle ohne Verzerrung durch Zahn- oder Kupplungsspiel beobachtet und abgegriffen werden. Der Ausbau der Kurbelwelle erfolgt nach der Abnahme des Schwungrades und des das vordere Hauptlager tragenden Deckels nach vorn.

Pleuel

Das Pleuel ist durch den Reinigungsdeckel im Kurbelgehäuse leicht zugänglich. Sein Ausbau geschieht nach Abnahme des Zylinders nach oben.

Kolben

Da der Motor auch für Dieselbetrieb bemessen ist, wurde der Kolben aus Leichtmetall mit einem längeren Kol-

000079

Bearbeiter:
Prüfer:

GROSS

Tag:
Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



Hersteller:
Firma: GROSS
Werk: ...
Ort: ...

Bedieneranleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 4

behend ausgeführt.

Lager

Als Lagerwerkstoff wurde für das Pleuel- und die Hauptlager Bleibronze gewählt.

Schmierölauf (Bild 4)

Der Schmierölauf besteht aus zwei völlig getrennten Kreisläufen. Zur Kühlung wird das Öl aus dem Ölsumpf im Kurbelgehäuse von der unteren der beiden Ölpumpen abgesaugt und durch den von Wasser umspülten Kühler in den Sumpf zurückgedrückt. Die zweite Pumpe saugt das Öl durch ein Filter aus dem Kurbelgehäuse an und drückt es in die Schmierölleitungen, von denen eine durch die Pleuelwelle zu den Lagern, die andere zu den Schmierstellen im Steuergehäuse führt. Wie allgemein üblich, kann die Ölmenge im Sumpf mit einem Meßstab nachgeprüft werden.

Um das Öl rasch erwärmen und gegebenenfalls auf einer bestimmten Temperatur halten zu können, ist in den Ölsumpf eine elektrische Heizschlange eingebaut.

Öldruck

Der Öldruck, den die Pumpe schafft, kann an dem angebauten Druckmesser abgelesen werden. Mit einem Ueberlaufventil an der Pumpe wird der gewünschte Druck eingestellt.

Kühlwasserumlauf (Bild 4)

Das Kühlwasser strömt von dem über dem Schwungrad liegenden Behälter zum Kühler, über die mit Keilriemen angetriebene Wasserpumpe zum Zylinder, von dort durch den Zylinderkopf und zurück zum Behälter. Ueber dem Kühler kann das Kühlwasser abgelassen werden, ausserdem kann zum vollständigen Entleeren an der tiefsten Stelle ein Blindstopfen entfernt werden.

000080

Hersteller:
Prüfer:

GROSS

Tag:

Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



Königsweller-Werke
Zürcherstr. 10
D-7000 Stuttgart
Telefon 44111-1-4
24. Postfach

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 5

Kühler

Der Kühler für Öl- und Motor-Kühlwasser ist als ein Stück in dem Sockel des Prüfstandes untergebracht. Die Frischwasserzuführung geschieht für beide Kühlerteile getrennt regelbar unten. Der Ölkühler hat auf seiner Wasserseite oben einen Uebertritt zum Wasserkühler, so dass der Frischwasseraustritt gemeinsam ist.

Ansaugluft

Die Ansaugluft bei Dieselbetrieb-, oder das Gemisch bei Vergaserbetrieb-, kann durch eine im Ansaugstutzen eingebaute Heizschlange vorgewärmt werden.

2) Einstellung der Betriebsbedingungen.

Durch das in weitem Bereich veränderliche Verdichtungsverhältnis ist sowohl Diesel-, als auch Otto-Betrieb möglich.

Vergaserbetrieb

Für den Vergaserbetrieb wird zwischen das Luftfilter und den Ansaugstutzen der mit Nadeldüsen versehene Sum-Vergaser eingebaut. In die vorne am Zylinderkopf vorhandene Bohrung (40 mm Durchmesser) wird der zugehörige Einsatz mit der Kerze gebaut. Der Wärmewert der Kerze kann je nach den durchzuführenden Versuchen verschieden sein.

Der Unterbrecher wird am Steuergehäuse befestigt und der zugehörige Unterbrechernocken auf das obere Ende der Königswelle gesteckt und verschraubt. Den Zündstrom liefert eine übliche 6-Volt-Batterie. Der Zündzeitpunkt kann durch Drehen am Unterbrecher verändert werden.

Dieselbetrieb

Für den Dieselbetrieb wurde der Zylinderkopf so ausgebildet, dass durch einfaches Umstecken von Einsätzen vier verschiedene Diesel-Arbeitsverfahren verwirklicht werden können:

000081

Bearbeiter:
Prüfer:

Gross

Tag:
Tag:

Ersetzt für

Ersetzt durch



Reichsverband der Deutschen
Automobilindustrie
in Berlin, Unter den Eichen
100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200

Betriebsanleitung für den Kraftstoffpumpe.

Bl. 6

Unmittelbare Einspritzung
Vorkammerbetrieb (D.D.)
Luftspeicher-Betrieb (M.W.K.)
Schusskanal-Verfahren (M.A.K.)

Die Anordnung der Einbaueile für die einzelnen Verfahren ist aus den Schnittzeichnungen zu ersehen.

Die bei der gewählten Betriebsart nicht benützten Bohrungen in dem Zylinder und Zylinderkopf werden mit den zugehörigen Blindstopfen verschlossen, soweit sie nicht für andere Meßgeräte, wie Quarzdruckgeber, Ionisationsstrecke, Quarzfenster mit Fotozelle usw., benötigt werden.

Verdichtungsverhältnis

Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, das Verdichtungsverhältnis während des Betriebs des Motors von 4,5 bis 25 verändern zu können. Nach Lösen einer Klammhülse mit dem angebauten Handgriff kann der Zylinder durch die Handkurbel mit einem Schnecken- und Schraubetrieb gegenüber dem Triebwerk gehoben oder gesenkt werden. Der Zylinderkopf und das Steuergehäuse mit dem ganzen Steuerungsantrieb heben oder senken sich mit, so dass an den eingestellten Steuerzeiten dadurch nichts verändert wird. Die zwei Teile der Königswelle greifen mit Längsnuten ineinander, womit beide Teile auch bei einer Längenänderung kraftschlüssig bleiben.

Die Drehbewegung der Handkurbel wird mit einem Zählwerk aufgenommen, so dass zu jedem Verdichtungsverhältnis eine bestimmte Zählwerkstellung gehört. Man kann also ein gewünschtes Verdichtungsverhältnis nach der Zählwerkstellung einstellen, wenn der Zusammenhang von Zählwerkstellung und Verdichtungsverhältnis bekannt ist.

Nach der Einstellung des Verdichtungsverhältnisses wird der Zylinder in seiner neuen Lage festgeklemmt, damit die auf ihn wirkenden Kräfte nicht dauernd von dem Schraubetrieb aufgenommen werden müssen.

000082

Gezeichnet:

GROSS

Tag:

Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



Hersteller
Kraftstoffprüfmotor
Modellnummer
31.0.1.1

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 7

Einspritzzeitpunkt

Der Einspritzzeitpunkt kann durch Drehen des Abschlussdeckels oberhalb der Königswelle verändert werden. Dieser ist mit einer Schraubennut versehen, in der der Kocken für die Kraftstoffpumpe mit einem Gleitstein läuft. Durch Heben oder Senken des Kockens dreht sich dieser somit gegen die Königswelle.

Kennwerte.

Bohrung	100 mm
Hub	130 mm
Hubraum	etwa 1000 cm ³
Brennraumform und Grösse	veränderlich
Schubstangenverhältnis	250/65
Betriebsdrehzahl	bis 2500 U/min
Höchst-drehzahl (kurzzeitig)	3000 U/min
dabei Kolbengeschwindigkeit	13 m/s
Kühlwassermenge	etwa 8 l
Kühlwassertemperatur	80°C
Ölmenge mindestens	3 l
" höchstens	6 l
Öltemperatur	bis 100°C
Öldruck	3 atü
Ventilspiel bei warmem Motor	Auslass 0,15 mm
	Einlass 0,15 mm
Steuerzeiten (veränderlich)	
Einlass öffnet	etwa 10° KW v.o.T.
Auslass schliesst	etwa 12° KW n.o.T.
Einspritzpumpenspiel:	0,2 mm
Zündzeitpunkt: veränderlich	
Einspritzzeitpunkt: veränderlich	

090083

Hersteller:
Prüfer:

GROSS

Tag:
Tag:

Ersetzt für

Ersetzt durch



Abmessungen des Motors
Nennleistung 10 kW
Nennzahl 3000 U/min
Nennmoment 3,5 Nm
Nennstrom 10 A
Nennspannung 230 V

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 7

Einspritzzeitpunkt

Der Einspritzzeitpunkt kann durch Drehen des Abschlussdeckels oberhalb der Königswelle verändert werden. Dieser ist mit einer Schraubennut versehen, in der der Nocken für die Kraftstoffpumpe mit einem Gleitstein läuft. Durch Heben oder Senken des Nockens dreht sich dieser somit gegen die Königswelle.

Kennwerte.

Bohrung	100 mm
Hub	130 mm
Hubraum	etwa 1000 cm ³
Brennraumform und Grösse	veränderlich
Schubstangenverhältnis	1
Betriebsdrehzahl	250/65
Höchstzahl (kurzzeitig)	bis 2500 U/min
dabei Kolbengeschwindigkeit	3000 U/min
Kühlwassermenge	13 m/s
Kühlwassertemperatur	etwa 8 l
Ölmenge mindestens	80°C
" höchstens	3 l
Öltemperatur	6 l
Öldruck	bis 100°C
Ventilspiel bei warmem Motor	3 atü
Auslass	0,15 mm
Einlass	0,15 mm
Steuerzeiten (veränderlich)	
Einlass öffnet	etwa 10° KW v.o.T.
Auslass schliesst	etwa 12° KW n.o.T.
Einspritzpumpenspiel:	0,2 mm
Zündzeitpunkt: veränderlich	
Einspritzzeitpunkt: veränderlich	

000083

Gezeichnet:	GROSS	Tag:		Erstellt für:		Erstellt durch:	
Prüfer:		Tag:					



Handbuch für die
Bedienung des Motors
M 1000

Betriebsanleitung für den Kraftstoffpumpe.

Bl. 0

Unmittelbare Einspritzung:

Düsenhalter	
Düse	KB 110
Abspritzdruck	DL 50 SV 1834
Verdichtungsverhältnis (veränderlich)	180 atü
	14

Vorkammerbetrieb:

Vorkammerersatz	
Düsenhalter	DB (OM 59)
Düse	KB 80
Abspritzdruck	DN 8 S 1
Verdichtungsverhältnis (veränderlich)	90 atü
	18

Luftspeicherverfahren:

Luftspeichereinsatz	
Düsenhalter	MWM
Düse	KB 80
Abspritzdruck	DN 8 S 1
Verdichtungsverhältnis (veränderlich)	90 atü
	17

Schusskanalverfahren:

Schusskanaleinsatz mit Beikammer	
Düsenhalter	
Düse	KB 80
Abspritzdruck	DN 8 S 1
Verdichtungsverhältnis (veränderlich)	110 atü
	17

Vergaser-Betrieb:

Sum-Vergaser	
Zündzeitpunkt: veränderlich	Bosch W 225 T 1
Verdichtungsverhältnis (veränderlich)	6
Batterie	6 V

090084

Benutzer: Prüfer:	Gross	Tag:		Ersetzt für		Ersetzt durch	
----------------------	-------	------	--	-------------	--	---------------	--



DEUTSCHE TECHNISCHE
HOCHSCHULE
KARLSRUHE
VERBODEN
ZU KOPIEREN
UND
ZU VERBREITEN
DIESES
DOKUMENT

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 9

Bereiche der veränderlichen Größen:

Einspritzzeitpunkt um etwa 60° kW veränderlich.
Zündzeitpunkt um etwa 40° kW veränderlich
Verdichtungsverhältnis für unmittelbare Ein-
spritzung und Vergaserbetrieb von 4,5 bis 25.

Messbereiche der Überwachungsgeräte:

Kühlmittel-Thermometer	0 bis 120°C
Ansaugluft-Thermometer	0 bis 120°C
Öl-Thermometer	0 bis 120°C
Öldruck-Messer	0 bis 6 atü
Drehzahlmesser	bis 3000 U/min
Stichdrehzähler 5-stellig.	

3) Leistungsmessung.

Zur Leistungsmessung ist an der Pendelbremse ein Hebelarm angebaut, der in 71,6 cm Achsabstand eine Schneide trägt. In die Schneide wird eine Aufhängevorrichtung zum Aufnehmen von Gewichten eingehängt. Dann ist die Nutzleistung ohne Berücksichtigung der Reibungs- und Lüfterleistung der Pendelbremse

$$N_e \text{ PS} = \frac{\text{Gewicht} \cdot \text{kg} \times \text{Drehzahl} \text{ U/min}}{1000}$$

Zählt man die kleine Reibungs- und Lüfterleistung der Pendelbremse dazu, so hat man die an der Kupplung des Motors abgegebene Leistung. Um den Hebelarm mit der Gewichteinlegevorrichtung auf der Bedienungsseite des Prüfstandes zu haben, musste dem Motor ein Drehsinn entgegen dem bei Fahrzeugmotoren üblichen gegeben werden.

Bestimmung der Antriebsleistung

Soll die von der Pendelmaschine bei ihrem Betrieb als Elektromotor an den Verbrennungsmotor abgegebene An-

000085

Hersteller:
Prüfer:

GROSS

Tag:
Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



AG...
...
...

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Nr. 9

Bereiche der veränderlichen Größen:

Einspritzzeitpunkt um etwa 60° KW veränderlich
Zündzeitpunkt um etwa 40° KW veränderlich
Verdichtungsverhältnis für unmittelbare Einspritzung und Vergaserbetrieb von 4,5 bis 25.

Messbereiche der Überwachungsgeräte:

Kühlmittel-Thermometer	0 bis 120°C
Ansaugluft-Thermometer	0 bis 120°C
Öl-Thermometer	0 bis 120°C
Öldruck-Messser	0 bis 6 atü
Drehzahlmesser	bis 3000 U/min
Stichdrehzähler 5-stellig.	

3) Leistungsmessung.

Zur Leistungsmessung ist an der Pendelbremse ein Hebelarm angebaut, der in 71,6 cm Achsabstand eine Schneide trägt. In die Schneide wird eine Aufhängevorrichtung zum Aufnehmen von Gewichten eingehängt. Dann ist die Nutzleistung ohne Berücksichtigung der Reibungs- und Lüfterleistung der Pendelbremse

$$N_e \text{ PS} = \frac{\text{Gewicht Kg} \times \text{Drehzahl U/min}}{1000}$$

Zählt man die kleine Reibungs- und Lüfterleistung der Pendelbremse dazu, so hat man die an der Kupplung des Motors abgegebene Leistung. Um den Hebelarm mit der Gewichteinlegevorrichtung auf der Bedienungsseite des Prüfstandes zu haben, musste dem Motor ein Drehsinn entgegen dem bei Fahrzeugmotoren üblichen gegeben werden.

Bestimmung der Antriebsleistung

Soll die von der Pendelmaschine bei ihrem Betrieb als Elektromotor an den Verbrennungsmotor abgegebene An-

000085

Hersteller:
Referenz:

GROSS

Tag:

Tag:

Ersetzt für

Ersetzt durch



DEUTSCHES PATENT- UND
MARKENAMT
BREMEN

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 10

triebleistung bestimmt werden, so muss man den Hebelarm auf der Rückseite einbauen und die Gewichte dort auflegen.

4) Bedienung der elektrischen Anlage. (Bild 5 bis 6)

Anlassen mit Gleichstrom (Bild 5)

Die Bremsung des Kraftstoffprüfmotors erfolgt durch eine fremderregte Gleichstrom-Pendelmaschine. Steht ein Gleichstromnetz zur Verfügung, so dient die Pendelmaschine auch zum Anwerfen des Motors, wobei der Belastungswiderstand als Anlasswiderstand benützt wird.

Ehe die Netzspannung an das Feld gelegt wird, muss darauf geachtet werden, dass der Feldregler auf "hoch" steht, und der Anlasswiderstand bei der Stellung "aus" voll eingeschaltet ist. Ist der Verdichtungsraum entlüftet, so dreht sich der Motor beim Einlegen des Schutzschalters. Der Anlasswiderstand soll nur so langsam abgeschaltet werden, dass die auftretenden Stromstösse 30 A nicht überschreiten.

Die grösste Anwurf Drehzahl wird durch Feldschwächung erreicht, nachdem der Anker kurz geschlossen ist. Der Feldregler darf jedoch nur so weit nach "tief" verstellt werden, dass 30 A nicht überschritten werden. Läuft der Prüfmotor aus eigener Kraft, so wird der Schutzschalter ausgeschaltet.

Bremsen bei Gleichstrom

Zunächst wird von "Netz" auf "Widerstand" umgeschaltet und der Belastungswiderstand bei der Stellung "aus", d.h. der Belastung "tief", voll eingeschaltet; gleichzeitig wird der Feldregler auf "tief", d.h. kleinste Feldspannung gestellt. Wird der Schutzschalter eingelegt, so ist der Motor noch nicht belastet; dies geschieht durch Erhöhen der Feldspannung in Richtung "hoch" und, soweit das nicht ausreicht, durch Verringern des Belastungswiderstandes in Richtung "ein". Der Regler für den Belastungswiderstand muss jedoch in der Nähe der Stellung "aus" stehen

000086

Verfasser:
Verfasser:

GROSS

Top:
Top:

Ersetzt für

Ersetzt durch



bleiben, etwa im ersten Drittel, da in der Nähe der "Einstellung der Anker kurz geschlossen ist.

Anlassen mit Drehstrom (Bild 5)

Wenn nur Drehstrom zur Verfügung steht, wird der Prüfstand mit angebauten Drehstromanwurfmotor geliefert, der mit einem Sterndreieckschalter und einem Motorschutzschalter ausgerüstet ist. Bei der Stellung "0" des Stern-dreieckschalters wird der Motorschutzschalter eingelegt, dann auf "Stern" und nach Erreichen von etwa 1000 U/min auf "Dreieck" geschaltet. Nach dem Anspringen des Motors wird der Stern-dreieckschalter wieder auf "0" gedreht.

Bremsen bei Wechselstrom

Um auch bei Wechselstrom die Pendelmaschine fremd erregen zu können, wird ein Glühkathoden-Gleichrichter mitgeliefert, der in eine gewöhnliche mit 6 A gesicherte Wechselstromdose mit 220 V gesteckt wird. Nach 15 s kann der Drehschalter am Gleichrichter eingeschaltet werden, wobei der eingebaute Strommesser den Erregerstrom der Pendelmaschine anzeigt. Nun kann der Motor in der obengenannten Art gebremst werden.

Für Oel- und Luftvorwärmung sind Steckdosen in die Schalttafel eingebaut.

Die Luftvorwärmung geschieht über einen Regelwiderstand, der beim Einschalten auf "schwach" stehen muss.

Der FKPS-Stichdrehzähler enthält einen Wechselstrom-Synchron-Motor und kann mit an die Steckdose angeschlossen werden, die für die Oelvorwärmung vorgesehen ist.

Die eingebauten Strom- und Spannungsmesser dienen zur Ueberwachung der Pendelmaschine. Bei Berücksichtigung des Wirkungsgrades kann aus ihren Werten auch die aufgenommene oder abgegebene Leistung errechnet werden.

000987

Hersteller: **Gross**

Typ:
Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



DEUTSCHE MASCHINENFABRIK
AG
STUTTGART
KRAFTSTOFFMOTOREN
UND
KRAFTSTOFFPUMPEN
FÜR
KRAFTFAHRZEUGE
UND
KRAFTWERKE

Betriebsanleitung für den Kraftstoffmotor.

Bl. 12

Technische Werte bei Motorbetrieb.

Betriebs- dauer	Spanng. V	Strom A	Drehzahl U/min	Leistung kW
dd	220	13,7	800 bis 1600	2,4
15 min	220	22,7	1450	3,7
15 min	220	30	1350	4,5
dd	440	20,5	1700 bis 2500	7,4

Der Drehstromanwurfmotor hat eine Leistung von 8 kW.

Technische Werte bei Stromerzeugerbetrieb.

Betriebs- dauer	Spanng. V	Strom A	Drehzahl U/min	Leistung kW
dd	170	15,3	800	2,5
dd	260	20	1200	5,2
dd	460	20,5	2000 bis 3000	9,5

Die Maschine kann auch bei Stromerzeugerbetrieb 10 bis 15 min lang mit 30 A bei 460 V belastet werden, was einer Leistung von etwa 21 PS an der Kupplung entsprechen würde.

5) Allgemeine Betriebsanweisungen für den Motor.

Vor dem ersten Anfahren sowie nach einer längeren Betriebspause werden die leicht zugänglichen gleitenden Teile geschmiert. Dazu gehört besonders die Einspritzpumpe, der verschiebbare Nocken, der die Einspritzpumpe

000088

Hersteller: Gross	Tag: Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:
----------------------	--------------	---------------	-----------------



DEUTSCHE MANUFACHTUR
FÜR MASCHINEN-UND
WERKZEUGE
AG

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 13

betätigt, und die Ventilführung. Hat der Motor seine An-
warfdrehzahl erreicht, so sieht man am Oeldruckmesser, ob
die Ölpumpe ordentlich arbeitet.

Das leichte Anspringen insbesondere des kalten Mo-
tors wird unterstützt durch:

- Vorwärmen der Ansaugluft,
- grossen Einspritzwinkel,
- hohes Verdichtungsverhältnis.

Ausserdem kann durch Vorwärmen des Schmieröls die Antriebs-
drehzahl gesteigert werden.

Wenn der Motor unregelmässig läuft oder nicht an-
springt, ist die Kraftstoffzufuhr durch Entlüften der Druck-
leitung durch kurzes Lösen der Anschlussmutter am Düsen-
halter nachzuprüfen.

Die Entlüftung der Bosch-Einspritzpumpe geschieht
durch Lösen des eingebauten Rückschlag-Ventils..

Bei unmittelbarer Einspritzung ist darauf zu achten,
dass die Ebene der 5 Kraftstoffstrahlen, ohne den wasserge-
kühlten Zylinderkopf zu treffen, richtig im Brennraum zwi-
schen Zylinderkopf und Kolben liegt. Bei abgenommenem Zy-
linderkopf kann die Lage der Strahlebene festgestellt wer-
den. Zu diesem Zweck wird am besten der Abspritzdruck durch
Lösen der Endverschraubung am Düsenhalter auf etwa 10 atü
herabgesetzt, da dann der Kraftstoffstrahl nicht zerreist,
sondern auch nach dem Austreten aus der Düse geschlossen
bleibt.

Die Einspritzpumpe muss auch bei Vergaserbetrieb
des Motors an einen Diesekraftstoffbehälter angeschlossen
sein, damit sie durch Kraftstoff geschmiert wird. Bei länge-
rem Vergaserbetrieb ist es besser, die Pumpe abzubauen.

Erfolgt die Einspritzung unregelmässig oder bleibt
die Düsennadel hängen, so sieht man das an dem unterbroche-
nen oder dauernden Aufleuchten der Glimmlampe.

000089

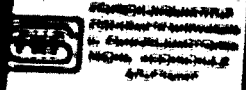
Durchgef. von: GROSS

Tag:

Ersetzt für

Ersetzt durch

Tag:



Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Zur Nachprüfung der Kolbenringe und des Kolbens muss der Zylinder abgenommen werden. Zu diesem Zweck wird zunächst das Steuergehäuse abgenommen. Die durch Muten miteinander verbundenen Teile der Königswelle sind in ihrer Einstellung gezeichnet, damit beim Zusammenbau die früheren Steuerseiten wieder erhalten werden.

Vor der Abnahme des Zylinderkopfes, der mit zwei Zentrierungen in seiner Lage gehalten wird, muss das Kühlwasser abgelassen werden.

Die Schrauben des Klemmflansches, der den Zylinder hält, werden gelöst. Dreht man dann den festgeklemmten Zylinder hoch, d.h. in Richtung der niedrigeren Verdichtungsverhältnisse, so hebt sich der Flansch mit dem Zylinder aus den Bolzen, worauf man den Zylinder aus dem Flansch drehen kann, um ihn abzunehmen. Der Zusammenbau geschieht in umgekehrter Reihenfolge.

Die Zylinderkopfdichtung ist so einzulegen, dass der Kühlwasser-Ueberströmkanal am Auspuffstutzen offen ist.

Da besonders bei häufigem Wechsel des Kraftstoffs, wie es bei der Prüfung der Fall ist, und bei Verwendung rückstandbildender Kraftstoffe mitunter beträchtliche Ablagerungen auf dem Kolben und an der Düse entstehen können, muss der Brennraum von Zeit zu Zeit gereinigt und die Düse auf einwandfreies Arbeiten geprüft werden.

Das Quarzfenster wird am besten mechanisch von der etwa anhaftenden Rußschicht gereinigt. Der Ruß kann jedoch auch mit einer sauerstoffreichen Flamme weggebrannt werden, wobei zu beachten ist, dass der Quarz in der Kupferhülse leicht eingeschrumpft ist. Der Einbau des Fensters muss nach Bild 7 so vorgenommen werden, dass das Licht aus dem Brennraum senkrecht auf die kleine ebene Fläche fällt, in den Quarz eindringt, und an der grösseren ebenen Fläche innen reflektiert wird.

000099

Verfasser: GROSS	Teg: Teg:	Erstellt für:	Erstellt durch:
---------------------	--------------	---------------	-----------------



Technische Zeichnung
für Kraftstoffprüfmotor
Nennleistung 1000 W
Nennzahl 1800 U/min

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 15

Um für den ersten Betrieb einen Anhaltspunkt in der Einstellung des Verdichtungsverhältnisses beziehungsweise der Zählwerkstellung zu haben, ist in Bild 8 die Abhängigkeit des Verdichtungsverhältnisses der verschiedenen Verbrennungsverfahren von der Zählwerkstellung aufgetragen. Diese Werte sollen jedoch nur Anhaltspunkt für den ersten Betrieb sein, da der genaue Zusammenhang von Verdichtungsverhältnis und Zählwerkstellung für jeden Motor durch Auslitern bestimmt werden muss. Das Auslitern erfolgt am besten mit Dieselkraftstoff und muss für jedes Verbrennungsverfahren mit den entsprechenden Einsätzen im Zylinderkopf durchgeführt werden. Beim Auswechseln der Zylinderkopfdichtung ist darauf zu achten, dass die Stärke der Dichtung auf das Verdichtungsverhältnis einen Einfluss hat.

Bei Benutzung einer Zählwerkstellung unter 60 muss mit Durchdrehen des Motors von Hand bei entlüftetem Verdichtungsraum geprüft werden, ob der Kolbenabstand vom Kopf genügend gross ist. Der Motor muss sich ohne jeden Widerstand durchdrehen lassen.

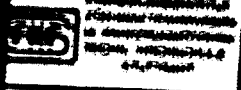
6) Bedingungen für die Kraftstoffprüfung.

Auf Grund der Vorversuche wurden die Betriebsverhältnisse des Motors für die Kraftstoff-Prüfung folgendermassen festgelegt:

- 1) Unmittelbare Einspritzung
- 2) Drehzahl 1800 U/min
- 3) Voreinspritzwinkel 20° KW v.O.T.
- 4) Verdichtungsverhältnis 13
- 5) Temperatur der Ansaugluft 45°C
- 6) Temperatur des Kühlmittels 70°C
- 7) Temperatur des Schmieröls 70°C
- 8) Eingespritzte Kraftstoffmenge je Arbeitshub 35 mm^3
- 9) Einspritzdruck 180 atü.

000391

Lieferant: GROSS		Tag:		Ersatz Nr.		Ersatz durch	
		Tag:					



Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bl. 16

Die unmittelbare Einspritzung wurde gewählt, weil sie das motorisch empfindlichste Verfahren darstellt. Nachdem sich die erforderlichen gleichmäßigen Prüfbedingungen am Motor eingestellt haben, kann der Zündverzugs für die Kraftstoffproben ermittelt werden. Auf Grund der Zündverzugsmessung, die je Kraftstoff etwa 5 Minuten in Anspruch nimmt, wird eine Eichkurve mit drei oder vier Bezugs-Kraftstoff-Mischungen aufgestellt. Aus ihr kann dann der Getenwert der einzelnen Proben durch graphische Interpolation entnommen werden.

000092

Ver: GROSS	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:
	Tag:		



FEDERAL OFFICE FOR TECHNICAL INSPECTION
BPT
BPT-Verfahren-Verfahrensanleitung
für die Prüfung von Kraftstoffprüfständen
nach DIN 51300-1

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bild 1

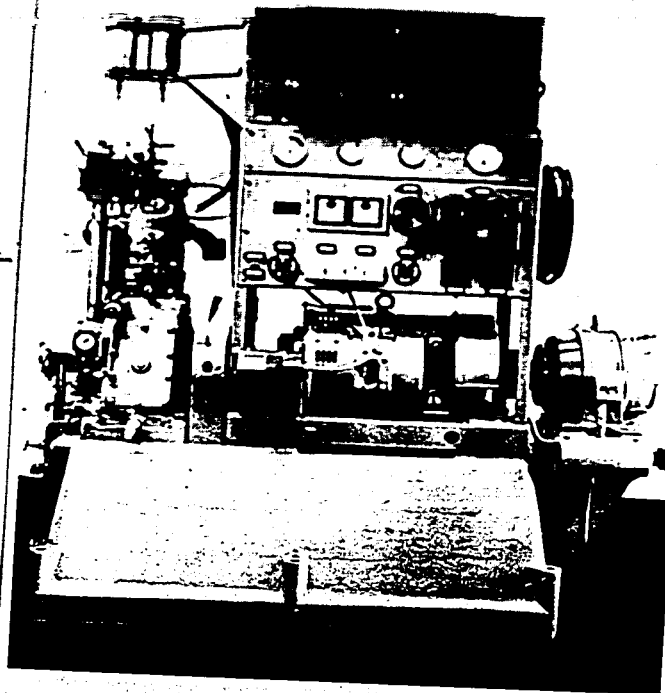


Bild 1

FKFS-Kraftstoffprüfstand.

000093

Hersteller:

GROSS

Tag:

Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



DEUTSCHE TECHNISCHE
ANSTALT
FÜR
PRÜFUNGEN
UND
MESSUNGEN
AM
15. SEPTEMBER 1938

Betriebsanleitung für den
Kraftstoffprüfmotor.

Bild 2

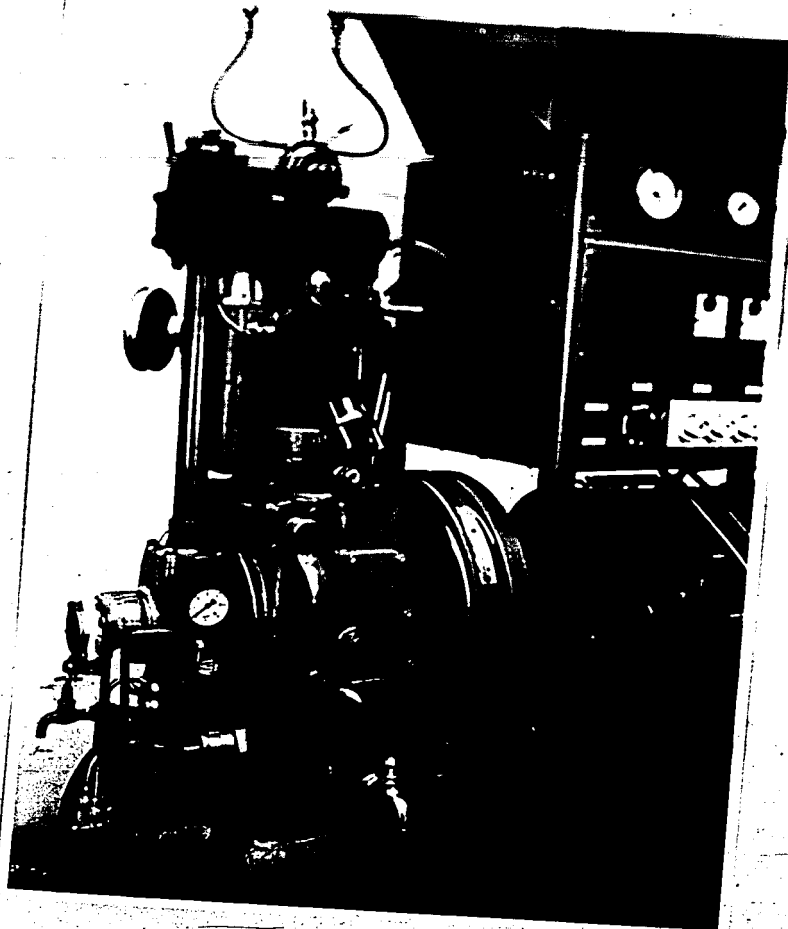


Bild 2

FKFS Kraftstoff-Prüfmotor.

000094

Beauftragter:

GROSS

Tag:

Tag:

Erstellt für

Erstellt durch

Technische Zeichnung
für den Kraftstoffprüfmotor
nach DIN 51300
20/1/1950

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bild 3

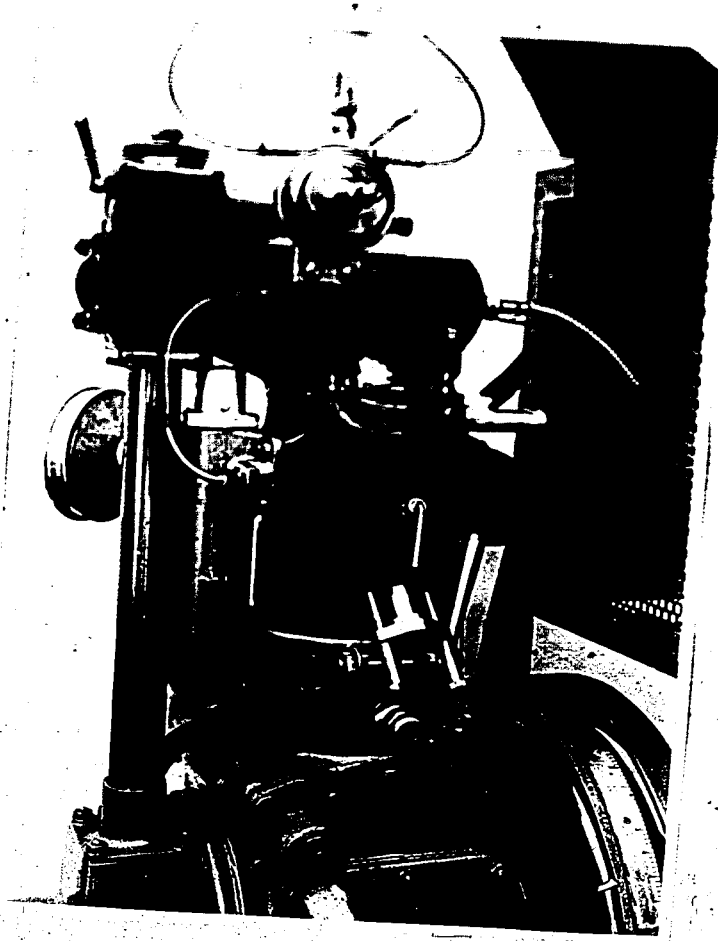


Bild 3
Zylinderaufbau.

000095

Hersteller: GROSS	Tag:	Ersetzt für:	Ersetzt durch:
	Tag:		



Technische Zeichnung
des Kraftstoffprüfmotors
nach DIN 5145
1934

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bild 4

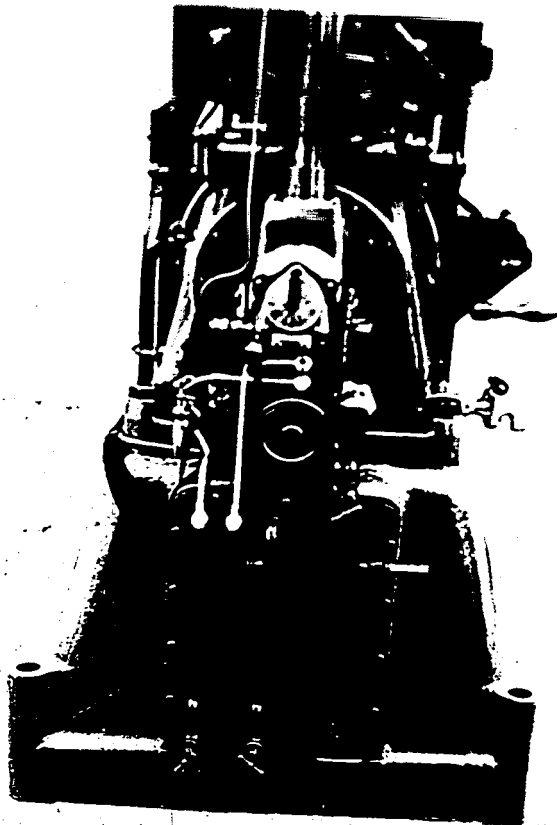


Bild 4
Kühleranordnung.

000096

Hersteller: **GROSS**

Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:



Technische Zeichnungen
 für alle Fertigungsarten
 in allen Gewerkschaften
 nach den neuesten
 Vorschriften

Betriebsanweisung für den Kraftstoffprüfmotor.

Bild 5

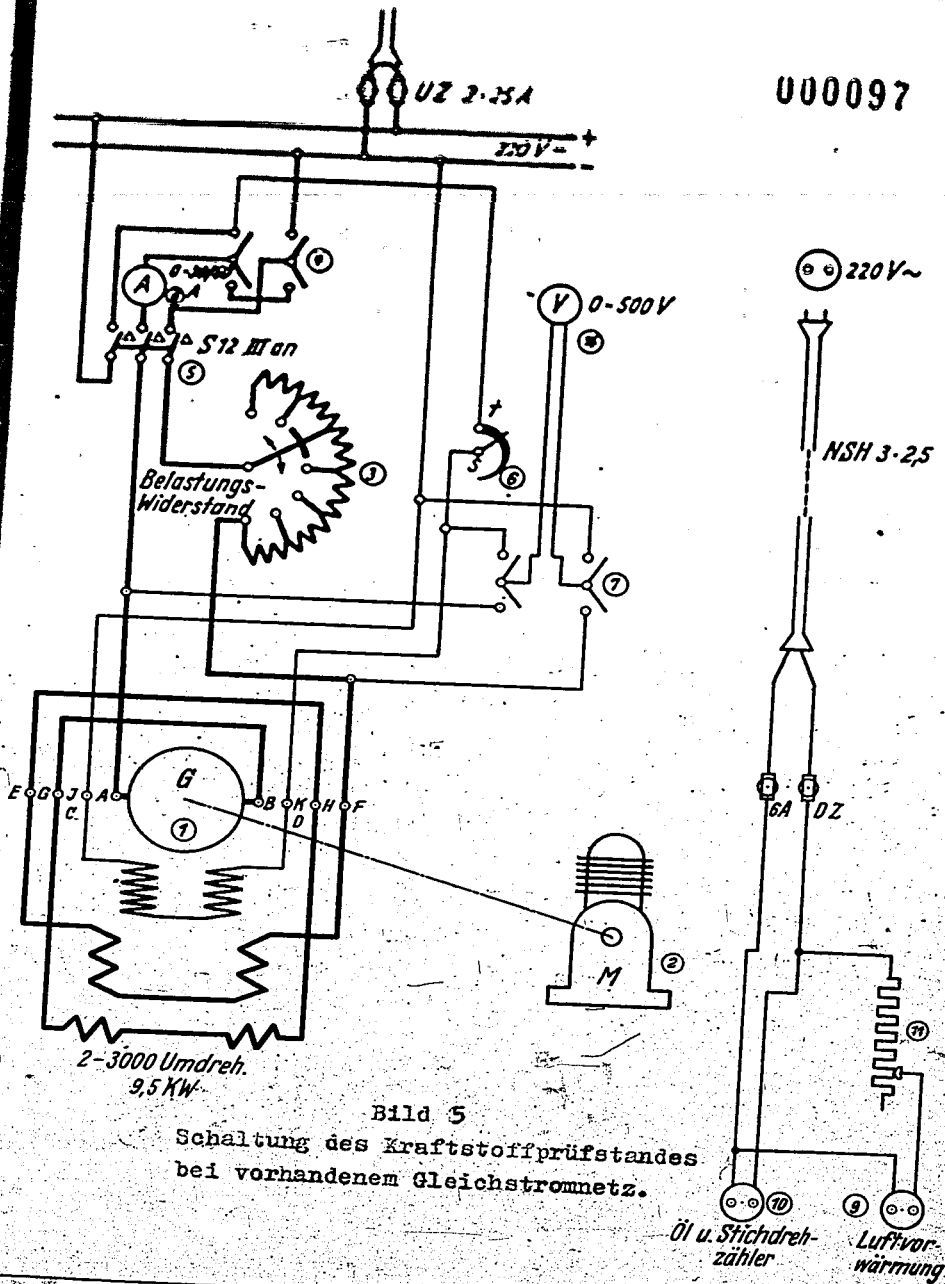


Bild 5

Schaltung des Kraftstoffprüfstandes bei vorhandenem Gleichstromnetz.

Gezeichnet: GROSS

Tag:

Ersetzt für

Ersetzt durch

1. Die Schaltung ist für einen Nennstrom von 25 A ausgelegt.
 2. Die Schaltung ist für einen Nennstrom von 25 A ausgelegt.
 3. Die Schaltung ist für einen Nennstrom von 25 A ausgelegt.

Betriebsanleitung für den Kraftstoffprüfer.

PL 0

000098

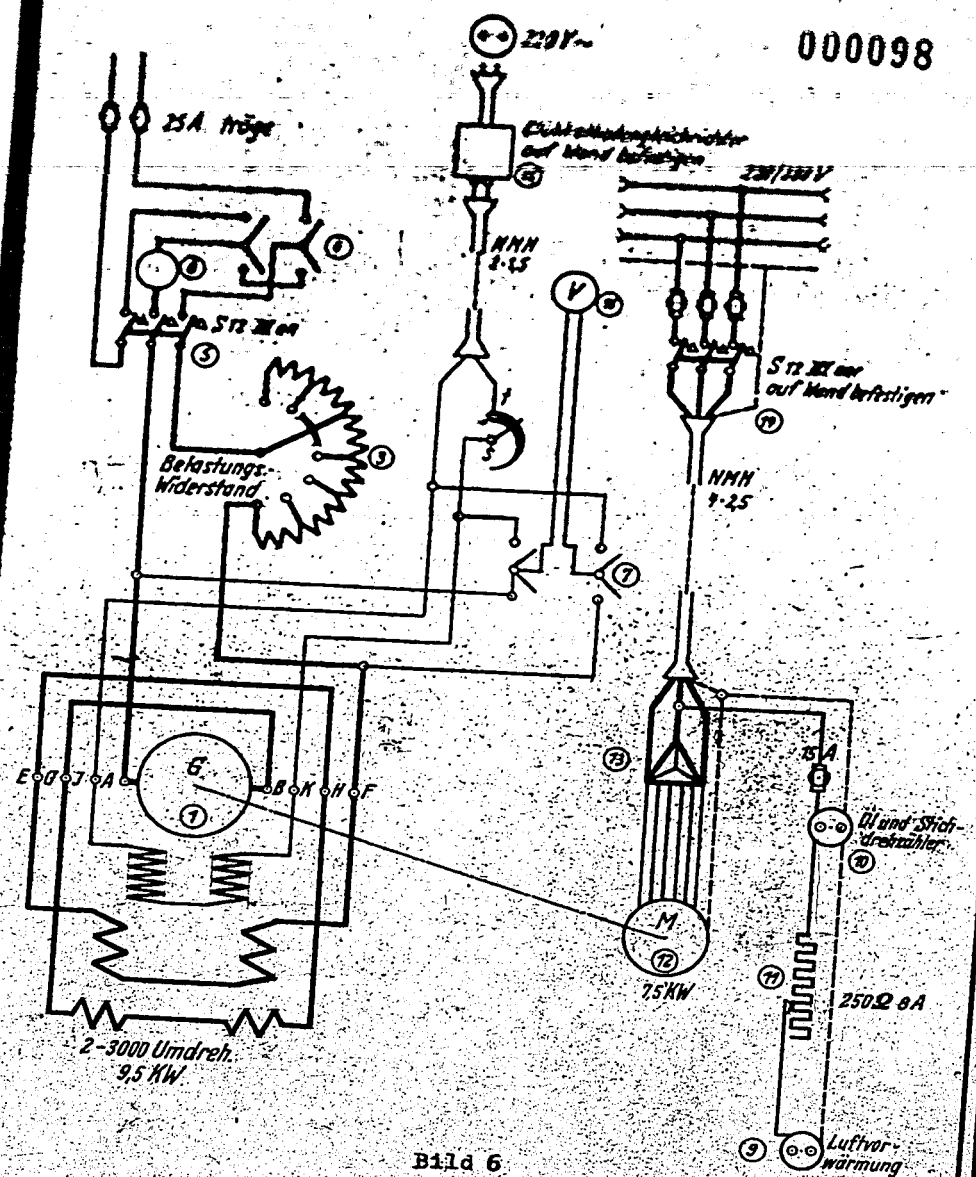


Bild 6

Schaltung des Brennstoffprüfstandes bei vorhandenem Drehstromnetz.

Hersteller: **Gross**

Tag:

Ersatz für:

Ersetzt durch:

5

Die hierin beschriebene
Vorrichtung ist ein
einziges Bauelement
des Motors.

Einbauelement für den
Luftstoffmotor.

Bild 7

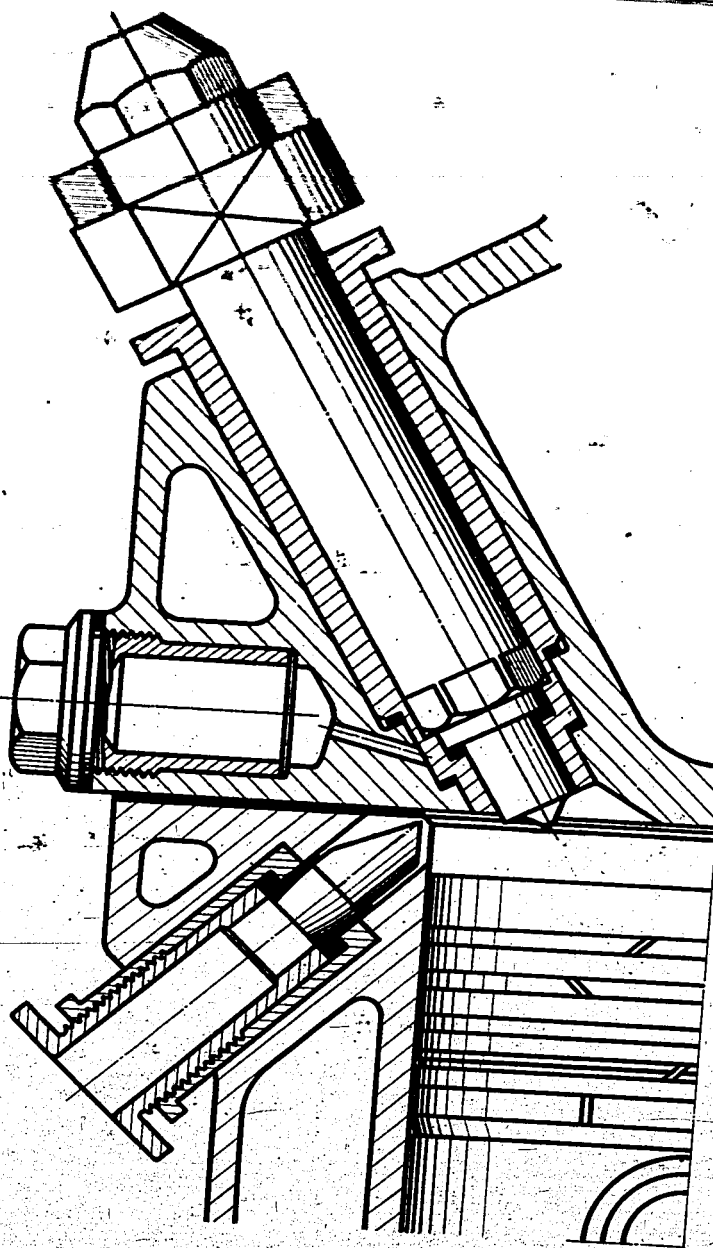


Bild 7
Quarzfenster-Einbau.

000099

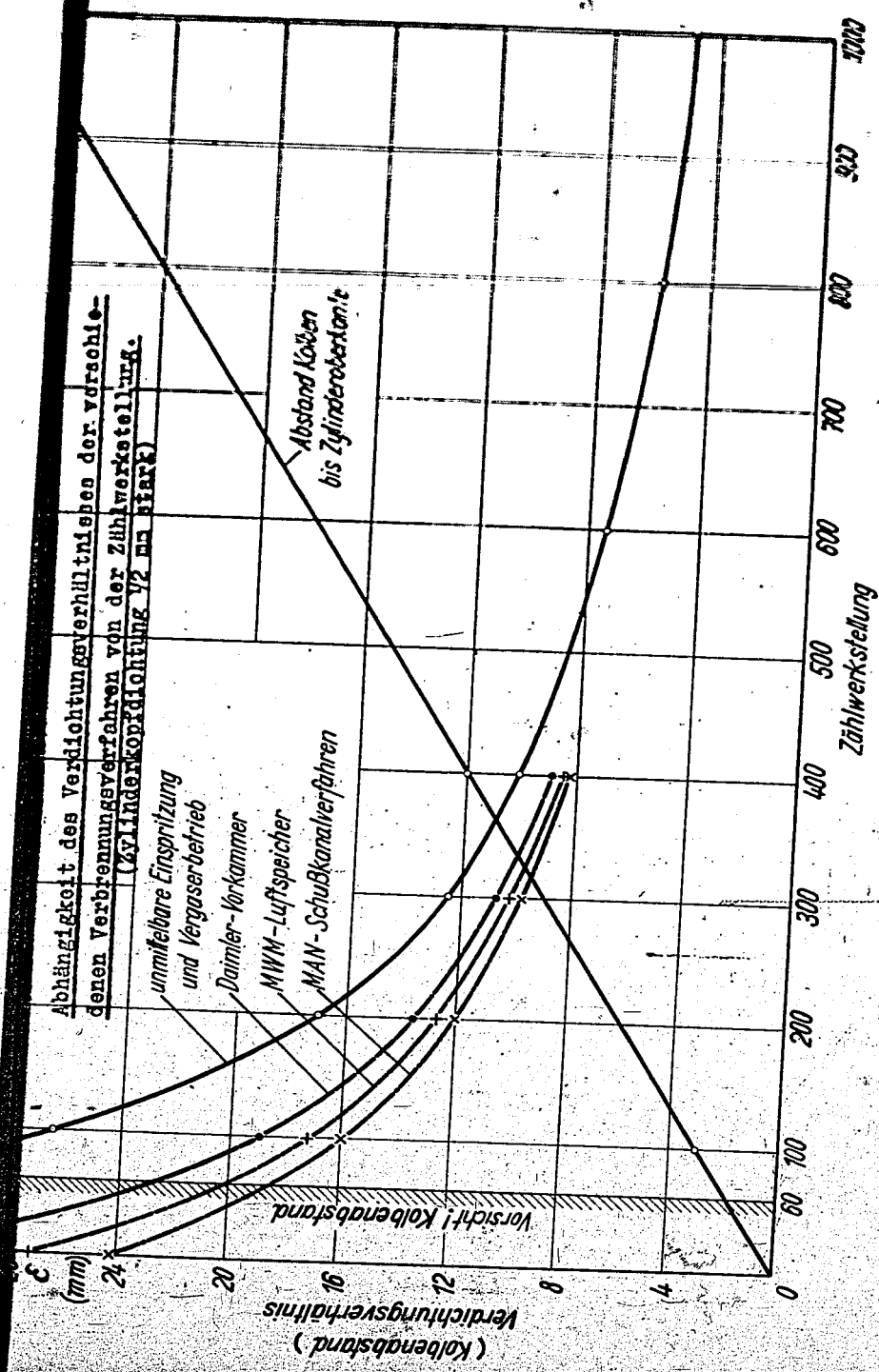
Von: GROSS

Tag:

Tag:

Ersatz für

Erstellt durch



000100

Bild 8.

M. N. J. G. M.

(Zusatz 1943)

000102

Inhalt:

- 1) Die Aufgabe.
- 2) Die Arbeitsweise des Gerätes.
- 3) Die Ausführung des Gerätes.
- 4) Die Handhabung in Verbindung mit dem Kraftstoffprüfmotor.
- 5) Anschluss am I.G.-Prüfdieselmotor und an andere Motoren.

Möglichkeit Verwendung als Antrieb auf Hochdruckpumpe

Hersteller: **Stalger**

Tag: 30.3.43

Ersatz für

Ersatz durch



Reichsministerium für
Wirtschaft
Reichsministerium für
Ernährung und
Landwirtschaft

Gerät zur Messung des Zündverzugs.
(3. Semester 1943)

Bl. 2

1. Die Aufgabe.

000103

Das vorliegende Gerät dient zur Messung des Zündverzugs und damit zur O. Teilbestimmung von Kraftstoffen. Hierbei kann der Zündverzug laufend in einem in Grad auszuwinkel besetzten Zeigergerät abgelesen werden.

Unter dem Zündverzug versteht man die Zeit, die zwischen dem Beginn der Kraftstoffeinströmung und dem Beginn der Verbrennung verstreicht. Der Zeitpunkt des Nützlicheinsatzes ist leicht eindeutig festzulegen, als Zeitpunkt des Ansetzens der Brennkammer. Man kann ihn auch mit guter Genauigkeit durch eine einfache Kontaktvorrichtung erfassen. Für die Festlegung des Verbrennungsbeginns dagegen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die nicht unbedingt zum selben Ergebnis führen müssen, jedoch sind die auftretenden Unterschiede nicht beträchtlich. Man kann den Verbrennungsbeginn in vielen Fällen verhältnismäßig einfach aus dem Druckdiagramm entnehmen, da dieses im Augenblick des Verbrennungseinsatzes meist einen mehr oder weniger ausgeprägten Knick zeigt. Für die Steuerung eines selbsttätig anzeigenden Gerätes läßt sich diese Tatsache verwenden, wenn durch geeignete, bei der Kraftstoffprüfung vorgeschriebene motorische Bedingungen ein zeitlich gut bestimmbarer Einsatz des steilen Druckanstieges erzwungen wird. Als Geber verwendet man eine als einstellbarer Beschleunigungsmesser ausgebildete Kontaktanordnung, wie sie von Neumann¹⁾ angegeben und betriebsreif entwickelt wurde.

Anstelle des Druckverlaufs kann auch das Aufflammen des Kraftstoffes zur Anzeige des Zündbeginns benutzt werden, wozu man beispielsweise eine Photozelle verwenden kann, die durch ein in Verbrennungsraum eingesetztes Fenster aus Quarzglas von der Verbrennungsflamme belichtet wird. Hierbei hat man eine größere Freiheit in der

1) "Trägheitsindikator" nach Dr.-Ing. Neumann. Hersteller Rheinania-~~AG~~ Mineralölwerke A.G., Hamburg, Werk Harburg, Motorenprüfstand.

Unabhängige Verwendung ist möglich und schadenlos

Bearbeiter: Staiger

Tag: 30.3.43

Erstellt für

Erstellt durch



REICHSINSTITUT FÜR DEN VERSUCHSWESSEN
UND DIE ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
BERLIN

GERÄT FÜR MESSUNG DES ZÜNDVERZUGES.
(Baumuster 1943)

Bl. 3

Vahl der meteorischen Bedingungen, was die Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen erleichtert. Dasser andererseits wegen der Gefahr einer Verrussung des Quarzfensters Dauerläufe im allgemeinen nicht möglich sind, eignet sich diese Anordnung weniger für die reine Kraftstoffprüfung.

Für Anzeige des Zündverzuges ist nun der seitliche Abstand der beiden Punkte zu bestimmen. Dabei ist es zweckmäßig, die Zeit des Zündverzuges auf die Zeit einer Umdrehung zu beziehen und damit den Zündverzug in Teilen eines Umlaufes, d.h. in Grad Kurbelwinkel anzugeben.

2. Die Arbeitsweise des Gerätes.

Durch einen am Düsenhalter aufgesetzten Kontakt, der über einen verlängerten Düsenstift betätigt wird, wird ein Stromkreis geschlossen. Es fließt also bei Beginn der Kraftstoffeinspritzung im Zeitpunkt t_1 der Strom i_1 , Bild 2. Eine elektrische Speichereinrichtung sorgt dafür, daß der Strom i_1 von den weiteren Bewegungen der Düsennadel unabhängig aufrecht erhalten bleibt, solange, bis der bei Verbrennungsbeginn von dem sich öffnenden Beschleunigungskontakt bzw. von der Photozelle infolge der rasch ansteigenden Lichtstärke gegebene Spannungstoß die Abschaltung des Stromes auslöst. Dies geschieht im Zeitpunkt t_2 am Ende des Zündverzuges. Der ganze Vorgang wiederholt sich beim nächsten Arbeitsspiel, man erhält einen rechteckigen Stromverlauf, wie ihn Bild 2 über der Zeit bzw. dem Drehwinkel φ aufgetragen zeigt.

Dieser Strom wird einem Zeigergerät zugeführt, welches den Mittelwert des Stromes, d.h. den Wert $\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} i dt$ anzeigt. Das bedeutet, daß das Instrument den Wert $C \cdot (t_2 - t_1) / 2 T = C_1 \cdot (t_2 - t_1) / T$ mißt, also gerade das gewünschte Zeitverhältnis. Es kann daher unmittelbar in Grad Kurbelwinkel Zündverzug geeicht werden. Hat das Gerät einen mit dem Strom linearen Skalenverlauf, so ist auch die Anzeige in Grad Kurbelwinkel linear, und es ge-

Lichtquelle: Vermeidung der Gefahr der Lichtstrahlung

Hersteller Stalger	№ 30.3.43	Erstellt für	Erstellt durch	000104
-----------------------	--------------	--------------	----------------	--------



Reichsinstitut für Fernstudien
Lehrstuhl für Fernstudien
Lehrstuhl für Fernstudien
Lehrstuhl für Fernstudien

Gerät zur Messung des Z-Adversungs.
(Skizzen 1943)

Bl. 4

Zeit, zur Eichung eines Punkt zu ermitteln.

Die Arbeitsweise der Steuerung.

Bild 1 zeigt die grundsätzliche Schaltung zur Steuerung des Stromes i_1 . Sie besteht aus den drei bezeichneten Röhren R_1 , R_2 und R_3 , wobei die beiden Röhren R_1 und R_2 zur Einleitung der Steuerimpulse dienen, während die Röhre R_3 den Strom für das Messgerät M liefert.

Vor Beginn des Zählvorgangs führt die Röhre R_3 keinen Strom. Damit tritt an dem Widerstand R_K nur ein kleiner vom Strom der Röhre R_2 herrührender Spannungsabfall auf. Er bildet in normaler Weise die Gittervorspannung dieser Röhre. Infolge des Stroms in R_2 und ihrem Anodenwiderstand R_A wird die Spannung an Punkt A wesentlich kleiner als die Batteriespannung und damit das Gitter von R_3 so stark negativ, daß in der Röhre, wie angegeben, kein Strom fließt.

Beim Betätigen des Kontaktes auf der Düsenmündel (Einspritzbeginn) trifft nun auf das Gitter von R_2 ein negativer Spannungstoß, der so groß bemessen ist, daß der Strom in der Röhre ganz verschwindet.

Damit nimmt Punkt A eine Spannung gleich der Batteriespannung an und die Spannung am Gitter von R_3 wird in positiver Richtung verschoben, soweit, daß der mit Regler E einstellbare Sollwert (i_1) des Stromes in R_3 fließt. Er ist wesentlich größer, als der Strom in R_2 war, und führt an R_K zu einem Spannungsabfall, der die Röhre R_2 dauernd sperrt. Der neue Betriebszustand bleibt daher auch nach dem Abklingen des Steuerstoßes erhalten.

Beim Verbrennungsbeginn trifft über den druckgesteuerten Kontaktgeber oder die Photozelle und den zwischengeschalteten Verstärker V ein positiver Spannungstoß auf das

2) Ein ausführliches Schaltbild befindet sich am Ende dieser Beschreibung, Bild 11.

000105

Bearbeiter:

Staiger

Tag:

30.3.43

Ersatz für

Ersatz durch

Prüfer:



Reichsinstitut für Fernstudien
in Garmisch-Partenkirchen
Bismarckstraße 2
3400 Garmisch

Gerät zur Messung des Zündverzuges. (Dezember 1943)

Nr. 5

Gitter der Röhre R_1 . Während in dieser Röhre normalerweise kein Strom fließt, wird sie jetzt kurzseitig durchlässig und durch den daraus folgenden Spannungsabfall an R_2 die Röhre R_3 gesperrt. Damit entfällt die hohe Spannung an R_1 , Röhre R_2 wird stromführend und hält über R_2 die Sperrung des Instrumentstromes dauernd aufrecht.

Wir haben also mit dieser Anordnung die Möglichkeit, durch einen Spannungstoß von der Düsenadel den Strom zum Instrument einzuschalten und durch einen zweiten Spannungstoß bei Verbrennungsbeginn den Strom wieder zu unterbrechen.

Demit das Instrument trotz der stoßweisen Stromgabe ruhig anzeigt, ist ihm ein aus Widerstand und Kapazität bestehendes Glättungsglied vorgeschaltet.

Die Anzeigegenauigkeit.

Die Meßgenauigkeit ist abhängig von der Sicherheit, mit welcher Beginn und Ende des Zündverzuges ermittelt werden können, und außerdem von der Genauigkeit des Anzeigeräts. Bei der Messung des Einspritzbeginns ist eine Verzögerung gegenüber dem wirklichen Zeitpunkt dadurch unvermeidlich, daß ein gewisses Kontaktspiel vorhanden sein muß und die Düsenadel daher schon eine bestimmte Öffnung freigegeben hat, wenn der Kontakt schließt. Diese Verzögerung bewegt sich unterhalb eines Wertes von $0,5^\circ$ kW. Andererseits ist aber auch zur Auslösung des Sperrimpulses eine gewisse Mindesthöhe der Beschleunigung über den im Verdichtungsdiagramm erreichten Höchstwert bzw. eine bestimmte Mindesthelligkeit des auf die Photozelle fallenden Lichtes nötig, so daß auch hier mit einer kleinen Verzögerung zu rechnen ist. Beide Einflüsse heben sich gegenseitig weitgehend auf, so daß der zeitliche Wert des Zündverzuges in Grenzen ermittelt wird, die dem wahren Wert auf weniger als $0,5^\circ$ kW nahe kommen.

Die Relativgenauigkeit ist abhängig von der Streuung.

Bearbeiter:
Prüfer:

Stäger

Fol.

30.3.43

Erstellt für

Erstellt durch

000106



Reichsinstitut für
den Versuchswesen
und die Messtechnik
Berlin

Gerät zur Messung des Zündverzugs
(Dezember 1943)

Nr. 6

mit welcher bei der Bestimmung von Zinspritzzeitpunkt und Verbrennungsbeginn zu rechnen ist, sowie von der Genauigkeit, mit der sich der Sollwert i , des Instrumentenstromes einstellen läßt und die etwa $\pm 1\%$ beträgt. Auf der Seite des Zinspritzbeginns können Störungen durch verschieden eingestellten Kontaktabstand auftreten, jedoch bleiben sie hier bei sachgemäßer Bedienung genügend klein. Auf der Seite des Verbrennungsbeginns ist die Streuung in wesentlichen von dem unterschiedlichen Druckverlauf in den einzelnen Arbeitsspielen abhängig. Infolge der bewußt eingeführten Trägheit des Anzeigeelementes werden jedoch diese Unterschiede bei sauberem Motorlauf weitgehend ausgeglichen, so daß die Größe der verbleibenden Schwankungen nicht mehr vom Anzeigegerät, sondern von der mit dem zu prüfenden Kraftstoff erreichbaren Gleichmäßigkeit des Motorlaufs abhängt. In günstigen Fällen vermag man einen einmal eingestellten Zündverzug von beispielsweise 15° kW über etwa $1/4$ h auf $\pm 0,2^\circ$ gleich zu halten.

Bei Anwendung der Photozelle tritt eine zusätzliche Fehlerquelle durch die Trübung des Quarzfensters auf. Trübung des Fensters und langsames Ansteigen der Flammstärke bewirken eine spätere Auslösung des Löschimpulses, da das Gerät eine bestimmte Mindeststärke des auf die Photozelle fallenden Lichtes zur Auslösung der Steuerung benötigt. Es wird also ein zu großer Zündverzug angezeigt. Durch eine Umschaltvorrichtung am Gerät (Schalter "Messen, Prüfen") kann man jedoch feststellen, ob der angezeigte Wert noch innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen liegt. Es soll dann beim Einschalten die Differenz der beiden gemessenen Zündverzugswerte unterhalb $\pm 1,5^\circ$ kW bleiben. Eine Verbesserung des Meßergebnisses ist innerhalb dieser Grenzen dadurch möglich, daß man die Hälfte der gemessenen Differenz vom kleineren (in Stellung "Messen") erhaltenen Wert abzieht. Dies beruht darauf, daß bei der Umschaltung auf "Prüfen" die Verstärkung hinter der Photozelle um einen bestimmten Faktor herabgesetzt wird, woraus sich mit der Annahme eines näherungsweise linearen

Gezeichnet:
Prüfer:

Staiger

Tag:

30.3.43

Erstellt für:

Erstellt durch:

000107



Reichsministerium für
Wissenschaften, Erziehung
und Volksbildung
Physikalische Versuchsanstalt
Berlin

Gerät zur Messung des Strahlenergie-
(Zählzähler 1943)

Bl. 7

Helligkeitsansteige des Lichtes bis zur Auslösung des Ge-
räts die obige Vorschrift ableiten läßt.

3. Die Ausführung des Gerätes.

Bild 3 zeigt eine Ansicht des Gerätes. In der Mitte
ist das Anzeigergerät eingelassen, dessen Skala bis 30°
Kurbelwinkel geht, was sich stets als ausreichend erwie-
sen hat. Rechts ist der Schalter mit den Stellungen "Aus,
Richten, Messen", links ein Knopf, mit dem die erwähnte Um-
schaltung vorgenommen werden kann (Stellungen "Messen,
Prüfen"; nur beim Arbeiten mit Photozellen notwendig). Un-
ten in der Mitte ist der Drehknopf, mit welchem zur Eichung
des Gerätes der Strom i_1 auf einen bestimmten, einmal fest-
gelegten Wert eingestellt werden kann. Ferner sieht man
noch rechts unten die Buchsen M_1 und M_2 , die zur Verbin-
dung des Gerätes mit dem Düsenkontakt und dem von Druck-
anstieg gesteuerten Kontakt nach Heumann dienen.

Vor dem Gerät sieht man links die Photozelle in ih-
rem Halter mit Kabel, das an die entsprechend bezeichnete
Buchse angeschlossen ist, ferner einen Quarzfensterein-
satz zum Kraftstoffprüfmotor und einen Düsenhalter mit
aufgesetztem Kontaktkopf.

Bild 4 zeigt einen Schnitt durch das Quarzfenster,
das in eine Metallfassung eingesetzt ist, Bild 5 einen
Schnitt durch den Kontaktkopf für die Düsennadel.

Bild 6 zeigt den inneren Aufbau des druckgesteuerten
Kontakts und zugleich seinen Einbau am Kraftstoffprüfmotor.
Beim Beginn des Steilanstiegs im Druckverlauf wird der
Körper H mit Kontakt K_1 von der Membran abgeschleudert.
Die Masse M versucht infolge ihrer Trägheit in Ruhe zu
bleiben, so daß der Kontakt öffnet, sobald ein bestimm-
ter durch die Spannung der Feder F einstellbarer Höchst-
wert der Beschleunigung überschritten wird.

000108

Bearbeiter:
Prüfer:

Stalger

Tag:
Tag:

30.3.43

Erz. Nr.

Erz. durch



REICHSMINISTERIUM FÜR
LUFTFAHRT
VERBODEN, DIESE ANWEISUNG
ZU VERBREITEN

Gerät zur Messung des Zündverzuges.
(Baujahr 1943)

Bl. 6

000109

4. Die Handhabung in Verbindung mit dem Kraftstoffmotor.

a) Aufstellen des Gerätes.

Zunächst sind die Röhren einzusetzen. Man nimmt dazu das Gerät aus dem Kasten und setzt die Röhren in die bezeichneten Fassungen ein. Darauf wird das Gerät wieder in den Kasten gesetzt; es ist nunmehr anschlussfertig. Man stellt es am Motor möglichst erschütterungsfrei auf, also nicht auf ein gemeinsames Fundament. Ist dies nicht möglich, so kann man es federnd aufhängen oder wenigstens auf einer Gummatte aufstellen. Hierauf wird das Gerät an ein 220 V-Wechselstromnetz angeschlossen. Die mit M_1 bezeichnete Buchse wird mittels Lackkabel mit dem Kontaktkopf auf der Düse entweder unmittelbar verbunden oder, wenn am Motor schon Leitungen verlegt sind, mit der Klemme K_1 am Klemmenkasten. Außerdem verbindet man die Klemmen M_1 und M_2 dieses Klemmenkastens. Nun kann der Düsenkontakt durch den Umschalter "Glimmlampe, Gerät" am Motor entweder zur Anzeige des Einspritzbeginns an der Schwungrad-Glimmlampe oder zur Zündverzugsmessung verwendet werden. Buchse M_2 des Gerätes wird mit dem Anschluß des Neumann-Kontakts verbunden, sofern mit diesem Kontakt gefahren werden soll. Die auf der Rückseite des Gerätes befindliche Erdbuchse wird mit der Masse der Maschine verbunden. Der daneben angebrachte Kippumschalter ist bei Verwendung des FKFS-Düsenkontaktkopfs in Stellung s zu bringen. Die Buchse unten rechts auf der Vorderseite des Gerätes bleibt normalerweise frei, sie ist für etwaigen Anschluß eines Kathodenstrahloszillographen vorgesehen (vgl. Abschnitt 4 e).

b) Einstellen des Düsenkontaktes.

Der Düsenhalter wird normalerweise mit aufgesetztem Kontaktkopf, Bild 5, und eingestelltem Abspritzdruck geliefert. Für den Fall, daß ein anderer Halter verwendet wird, ist zunächst der normale Stift über der Nadel zu entfernen und durch den verlängerten Stift zu ersetzen. Dann wird der Teil e des Kontaktkopfes auf den Halter geschraubt

Beauftragter:
Prüfer:

Staiger

Tag:

30.3.43

Erstellt für:

Erstellt durch:



REICHSMINISTERIUM
FÜR LUFTFAHRT
UND VERKEHR
STÄNDIG

**GeVA 8 zur Messung des Motorverbrauchs.
(Sommer 1943)**

Bl. 9

und der Abspritzdruck geprüft und durch Unterlegen von Plättchen auf den richtigen Wert gebracht.

Nachdem der Halter betriebsfertig eingebaut ist, wird der Kontaktkopf b aufgeschraubt (bei gelockerten Rändelring) und die vorgesehene Anschlussleitung an der Buchse angeschlossen. Nun stellt man den am Instrumentenbrett des Motors befindlichen Kippumschalter in die Stellung "Lichtlampe" und schraubt den Kontaktkopf so weit herein, bis die auf dem Schwungrad befindliche Anzeigelichtlampe dauernd aufleuchtet. Dann geht man langsam mit dem Kontaktkopf wieder zurück, bis die Diodenanzeige eben in ein Leuchtband übergeht, das die Einspritzdauer anzeigt. Von dieser Stellung geht man noch ein oder zwei Teilstriche zurück (780 bis 740 mm Kontaktabstand) und stellt dann den Kontaktkopf durch Anziehen des Rändelringes fest. Damit ist die Kontakteinstellung beendet. Bei neuen Kontakten, die noch nicht richtig eingelaufen sind, ist es möglich, daß sich der Kontaktabstand zu Anfang etwas verändert, und daß dann eine NachEinstellung nötig wird, die in derselben Weise vorgenommen wird.

c) Einsetzen des Quarzfensters und Aufhängung der Photozelle.

Das Quarzfenster wird am besten erst nach dem Warmfahren der Maschine eingesetzt bzw. vor der Messung ausgewechselt. Das Fenster kommt in eine der beiden Bohrungen im Zylinder unter 45° schräg nach unten, beim Fahren mit unmittelbarer Einspritzung, was bei Kraftstoffprüfung der Normalfall ist, gerade unter die Düse (also auf der Rückseite des Motors, siehe Bild 7). Zum Festhalten des Fensters benutzt man die mit dem Halter für die Photozelle versehene Brille bzw. bei neuerer Ausführung den Schnellverschluss. Die Photozelle einschließlich des Kabels ist vor Erschütterungen zu schützen und wird daher federnd aufgehängt. Man achte jedoch auch darauf, daß das Kabel möglichst ohne Motorberührung zum Gerät weggeführt wird, und unterstütze es, wenn überhaupt nötig, auch nur federnd.

Gezeichnet: Prüfer: Stalger	Tag: Tag: 30.3.43	Ersatz für	Ersatz durch	000110
---------------------------------------	-----------------------------	------------	--------------	---------------



Reichsministerium für
Wissenschaften, Erziehung
und Volksbildung
Techn. Abteilung
Zürich

Gerät zur Messung des Zündverzuges.
(Baumuster 1943)

Bl. 10

Die Zelle ist vor allen fremden Lichterfall (Tageslicht usw.) zu schützen, gegebenenfalls abzudecken, da sonst eine unzulässige Störspannung erzeugt wird, die zu Fehlmessungen führen könnte.

d) Einstellen des Neumann-Kontaktes.

Arbeitet man mit Neumann-Kontakt, so wird u. U. das Gerät beim Umschalten auf "Messen" (siehe unten) über Vollauschlag gehen. Das deutet darauf hin, daß die Verspannung des Kontaktes zu groß ist, so daß dieser nicht uf. rot. Man verringert dann die Spannung der Feder P (Bild 6) soweit, bis das Gerät einwandfrei anzeigt, d. h. bis die Steuerung durch Öffnen des Kontaktes eintritt.

e) Durchführung der Messung.

Man bringt nun den Hauptschalter des Gerätes in die Stellung "Eichen" und regelt mit dem Eichdrehknopf nach Abwarten der Anheizzeit von etwa einer Minute das Instrument auf Vollauschlag ein. Damit ist die Eichung beendet. Nun bringt man den Hauptschalter in die Stellung "Messen"; der Prüfschalter links muß sich ebenfalls in Stellung "Messen" befinden (nur bei Messung mit Photozelle). Damit ist das Gerät me. fertig und zeigt, wenn man nun noch den Kippschalter am Motor in Stellung "Meßgerät" bringt, den Zündverzugs an.

f) Verwendung des Gerätes in Verbindung mit Oszillographen.

Schließt man an die Erdbuchse und an die auf der Frontplatte ganz unten rechts befindliche Buchse einen Kathodenstrahloszillographen (mit eingebautem Vorverstärker) an, so erhält man auf diesem den Stromverlauf, wie er in Bild 2 dargestellt wurde. Hiermit ergibt sich eine einfache Möglichkeit, die Arbeitsweise des Gerätes und der ganzen Meßeinrichtung zu überprüfen und etwa auftretende Fehler zu erkennen. Man kann außerdem den hier abgenommenen Stromverlauf auch dem Eingang eines Indizierverstärkers

Darb. Nr.
Prüfer:

Staiger

Tag: 30.3.43

Erstellt für

Erstellt durch

000111



Reich Patentamt
 Patentamt
 Berlin

Gerät zur Messung des Länderverzuges.
 (Dankstar 1943)

Bl. 11

erhalten, etwa nach Bild 8, und erhält dann den Länderverzug in Druckdiagramm eingeschrieben, wie dies Bild 9 zeigt, in welchem das herabgezogene Stück des Diagramms dem Länderverzug entspricht.

2. Anschluß an I.G.-Prüfdieselmotor und an anderen Motoren.

Am I.G.-Prüfdieselmotor ist auf den Düsenhalter ein Kontakt aufgesetzt, der sich beim Arbeiten der Düse öffnet. Dieser Kontakt ist in Verbindung mit dem Gerät verwendbar, wenn eine Kontaktfeder normaler Spannung eingesetzt ist (Bosch-Magnetsünder-Unterbrecher für Motorräder ZWB 9/3 2). Am Gerät ist dann der kleine Kippschalter auf der Rückseite aus Stellung s in Stellung o zu bringen.

Einen Einbauvorschlag der I.G. für den Druckkontaktgeber sowie eine Einbaumöglichkeit für ein Quarzfenster sind in Bild 10 an einem Schnitt des Zylinderkopfes des Motors gezeigt.

Soll das Gerät an anderen Motoren Verwendung finden, so sind die Möglichkeiten für den Einbau des Neumann-Gebers bzw. eines Quarzfensters jeweils zu prüfen. Das Quarzfenster wird man zweckmäßig so anbringen, daß ein größerer Teil des Verbrennungsraumes überblickt werden kann - insbesondere der Teil vor der Düse -, und daß der Austrittsquerschnitt für das Licht nicht zu klein wird. Die Verengung des Fensters wird um so geringer werden, je besser dafür gesorgt ist, daß das Fenster eine genügend hohe Temperatur annimmt. Man wird es also mit geringer Wärmeableitung einbauen und möglichst ein Stück freistehen lassen. Ferner ist darauf zu achten, daß nicht unnötig viel Öl auf die Lichtdurchtrittsfläche gespritzt wird. Die Fassung des Fensters geschieht am einfachsten nach Bild 10 in einem konischen Kupfer- oder Aluminiumring, in den das Fenster nur leicht eingedrückt wird.

000112

Bearbeiter: Prüfer:	Staiger	Tag: Tag:	30.3.43	Erteilt für:	Erteilt durch:
------------------------	---------	--------------	---------	--------------	----------------



DEUTSCHES PATENTAMT
 1. Klasse 21.00
 2. Klasse 21.00
 3. Klasse 21.00
 4. Klasse 21.00
 5. Klasse 21.00
 6. Klasse 21.00
 7. Klasse 21.00
 8. Klasse 21.00
 9. Klasse 21.00
 10. Klasse 21.00

Gerät zur Messung des Zündverzugs.
 (Schubert 1943)

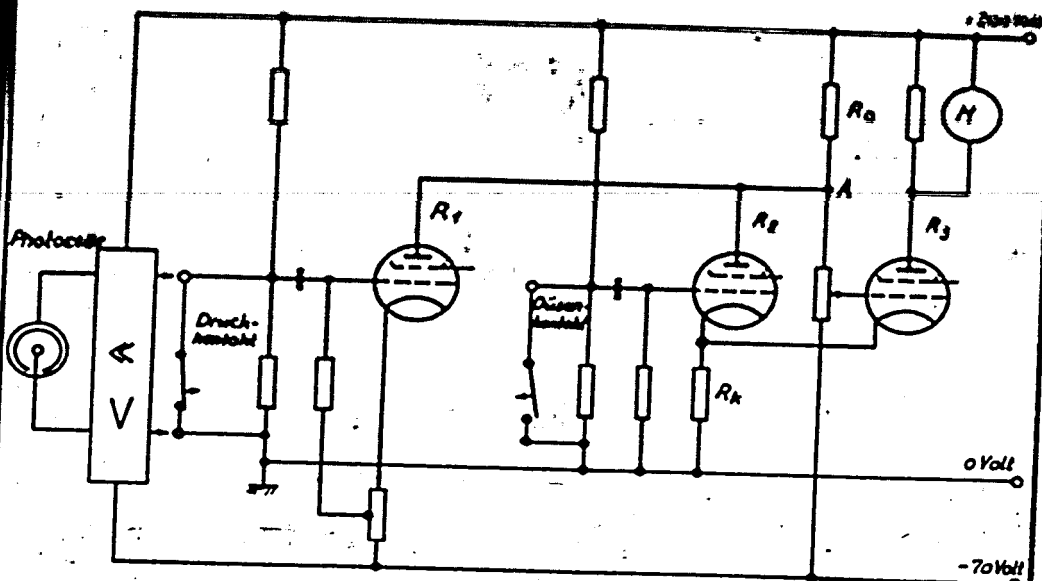
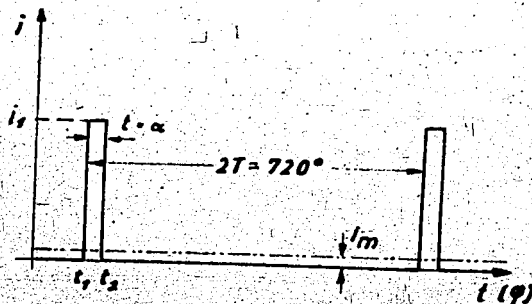


Bild 1 Grundsätzliche Anordnung der Steuerung-
 R_1, R_2, R_3 Röhren,

R_A gemeinsamer Anodenwiderstand von R_1 und R_2 ,
 Kathodenwiderstand von R_2 und R_3 ,
 M Meßgerät, V Verstärker, A siehe Text.



090113

Bild 2 Grundsätzlicher Verlauf der Stromstärke für
 das Anzeigegerät.

i_1 Ruhewert des Anodenstroms von R_3 (Bild 1)
 i_m mittleren Strom, verhältnis dem Zündverzug

Bearbeiter:
 Prüfer:

Staiger

Tag: 30.3.43
 Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:



Reichsinstitut für Fernstudien
in Berlin-Charlottenburg
Postfach 10 15 10
Telefon 10 15 10

Gerät zur Messung des λ -Verlaufs.
(September 1943)

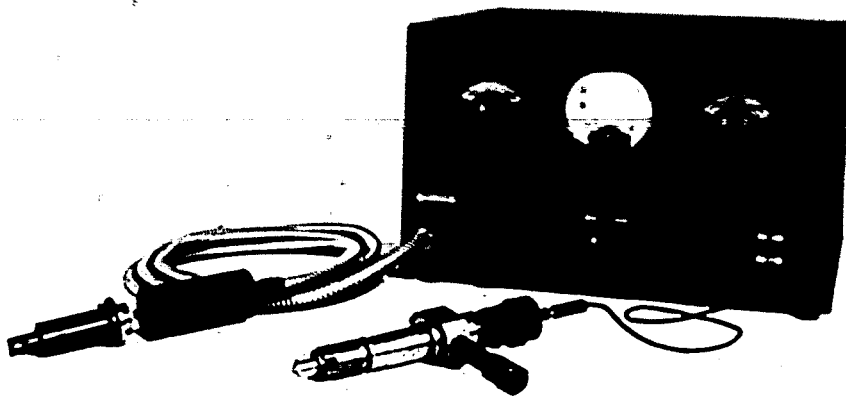


Bild 3 Ansicht des Gerätes.

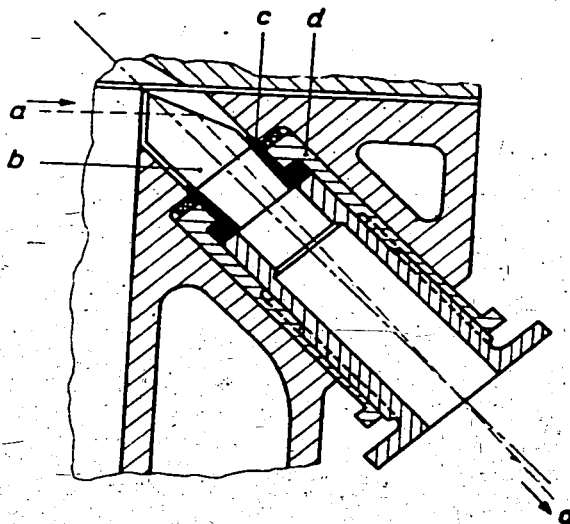


Bild 4 Schnitt durch den Quarzfensterein-
satz am FKPS-Kraftstoffprüfmotor.

a Strahlengang b Quarzglas
c Metallfassung d Außenhülse

000114

Gezeichnet: Stalger

Tafel: 30-3.43
Typ:

Erstellt für

Erstellt durch

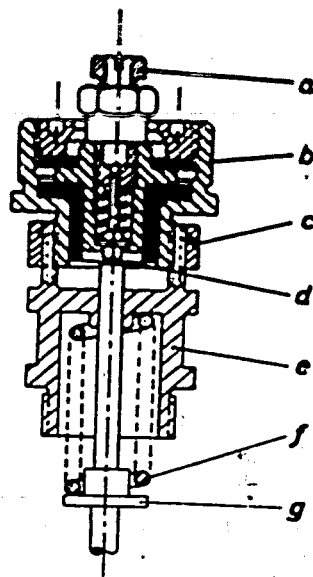


Fig. 5 Schnitt durch den Kontaktkopf
mit dem Nockenhalter des
Kontaktapparates.

- a Anschluss b Kontaktkopf
c Rändelring d Kontakt
e Nockenhalterkopf
f Feder g Verlängerungstift.

000115

Zeichner Steiger	Nr. 50.5.43 129	Erster Prüfer	Zweiter Prüfer
---------------------	--------------------	---------------	----------------

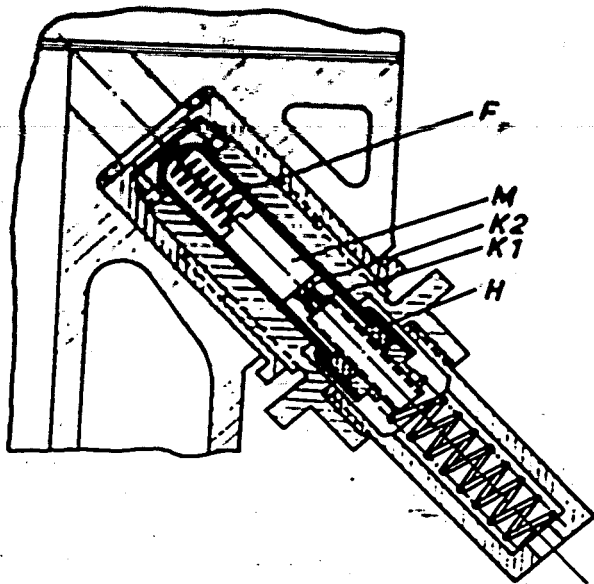


Bild 6 Schnitt durch die Kontakteinrichtung
nach Dr.-Ing. Neumann, eingesetzt am
KFS-Kraftstoffpumpe.

H Kontakthülse K₁ Isolierter Kontakt
K₂ mit Masse verbundener Kontakt
M Träge Masse F Vorspannfeder.

000116



Bild 7 Aufnahme der Metalle an
Druckwertaufnehmer.

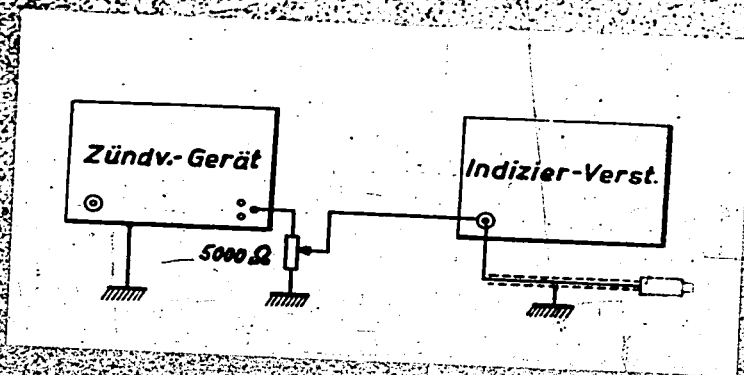


Bild 8 Zusammenschalten des Zündverriegelungs-
geräts mit einem Indiziergerät zum Ein-
schleusen des Zündversugs in das Druck-
programm.

000117

Gezeichnet	80-2-43	Erstellt für	Erstellt durch
------------	---------	--------------	----------------

Schaltplan zur Messung des Endvermögens.
 (Sommer 1943)

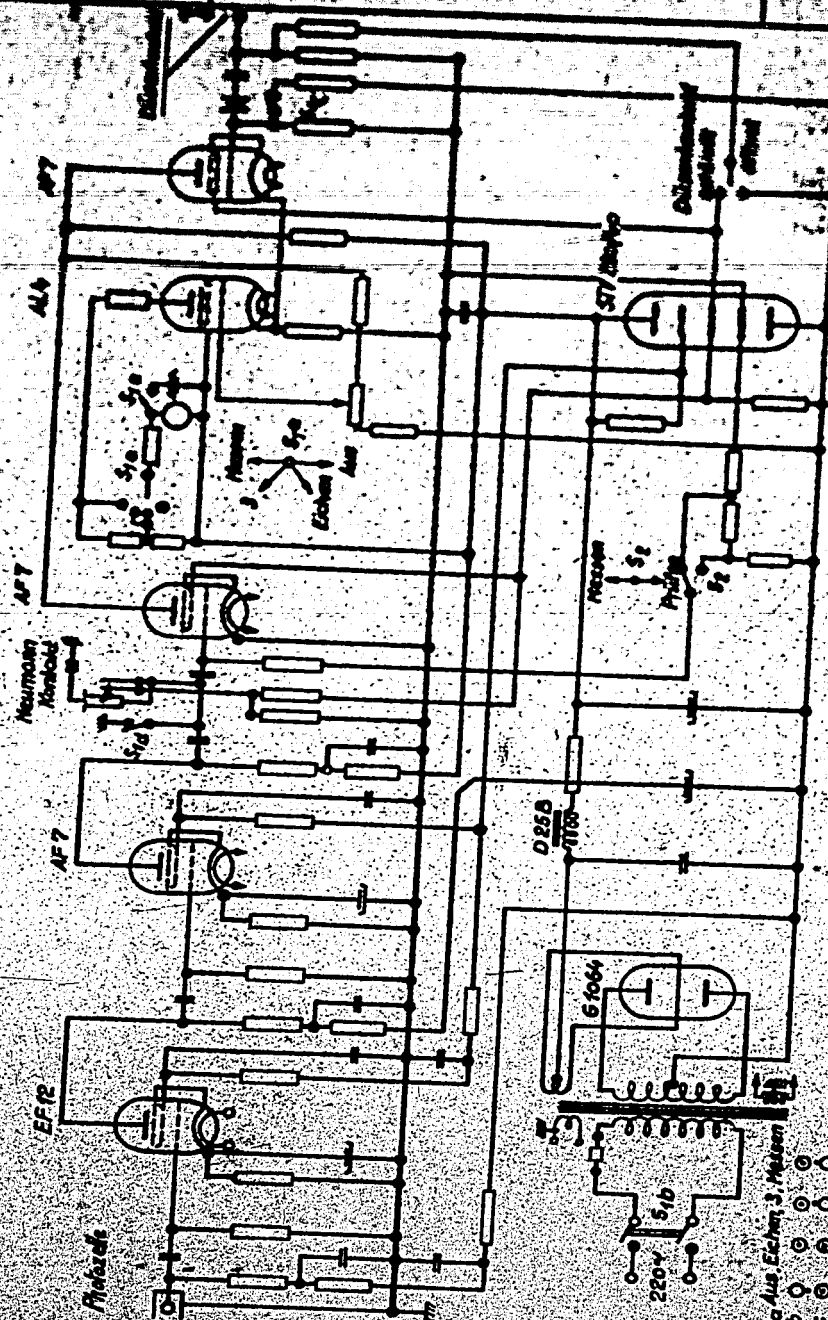


Bild 11 - Ausgeführte Schaltung des Gerätes.



Inhalts

- 1) Bestimmung des Bleitetraethylgehalts in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren Tidmanier-Kenninger
- 2) Einfluss von Bleibromid auf Leichtmetalllegierungen " "
- 3) Temperaturmessungen an luftgekühlten Motoren mit den Thermocolor-Messfarben der I.G.-Farbenindustrie Gugumann - Bern-dorfer
- 4) Ursachen von Ventilfederbrüchen Stark
- 5) Sichtbarmachen eines Zylinderwülstromes am Schnittmodell im Wasserkanal Siegel
- 6) Ventil mit Steuerschirm Siegel

Analyse Versuchs- und Ergebnisprotokolle

Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren an der Technischen Hochschule Stuttgart

Institutsleiter:

W. Kamm

000121

Bearbeiter: Prüfer:	Tag: 20.6.40	Erstellt für:	Erstellt durch:
------------------------	--------------	---------------	-----------------



REICHANSTALT FÜR DIE CHEMISCHE INDUSTRIE
 1000 BERLIN-CHARLOTTENBURG
 1000 BERLIN-CHARLOTTENBURG

Bestimmung des Bleitetraäthylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IB 11117 - 1

Bl. 1

Bei der quantitativen Bleibestimmung in Kraftstoffen nach Egar und Calingsert¹⁾ werden 100 cm³ Kraftstoff mit einer 30%igen Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff bis zur bleibenden Braunfärbung versetzt. Der Niederschlag wird sofort auf einen Glasfiltertiegel abfiltriert, mit Petroläther ausgewaschen und dann durch Auskochen mit Salpetersäure zersetzt. Die Lösung wird auf 3 cm³ eingedampft, mit Ammoniak neutralisiert und mit 5 cm³ einer 50%igen Essigsäure sowie mit 40 cm³ einer 5%igen Kalium-Dichromatlösung versetzt. Man erhitzt die Lösung bis zum Sieden und hält sie etwa 5 min unter Rühren in der Wärme. Nachdem die Lösung einige Zeit stehen gelassen worden ist, wird der Bleichromatniederschlag abfiltriert, bei 105°C getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Dabei entspricht 1 g Bleichromat genau 1 g Bleitetraäthyl. Diese Bleibestimmung nimmt eine Zeit von etwa 4 h in Anspruch.

Da dieser Zeitaufwand sehr gross ist, wurden im Institut Schnellverfahren ausgearbeitet.

a) FKPS-Verfahren zur Bestimmung des Bleigehaltes in Kraftstoffen auf gewichtsanalytischen Wege.

Mit einer geeichten Messpipette werden 100 cm³ Kraftstoff in einen 500 cm³ fassenden Schütteltrichter gebracht. Der Kraftstoff wird mit einer 30%igen Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff bis zur bleibenden Braunfärbung versetzt, der anfallende Niederschlag mit 30 cm³ heissem Wasser durch Schütteln herausgelöst und die wässrige Lösung in ein Becherglas (250 bis 300 cm³) abgelassen. Dieser Vorgang wird zweimal wiederholt. Die wässrige bleihaltige Lösung wird darauf mit 2 cm³ konzentrierter Salpetersäure versetzt und 10 min unter Rühren gekocht. Nach der Neutralisation mit konzentriertem Ammoniakwasser werden der Lösung 2 cm³ Eisessig zugegeben und das Blei mit 30 cm³ einer 5%igen Kalium-Dichromatlösung als Bleichromat gefällt. Man

1)

Ind. Engng. Chem. (Anal.) Bd. 1 (1929) S. 221.

000122

Unfähigkeit, Vorzeichen zu streichen und schreibenspezifisch

Bearbeiter: Prüfer:	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:
	Tag:		



Forschungsinstitut
für physikalische
und chemische
Messwissenschaften
PTB

Bestimmung des Bleitetraäthylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IE XXIV - 1
Bl. 2

erhitzt die Lösung einige Minuten unter Rühren bis zum Sieden. Nach kurzem Stehenlassen wird der Bleibromatniederschlag in einem A_2 -Porzellantiegel abfiltriert, bei $105^\circ C$ getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Hierbei entspricht $1 \text{ g PbO} \cdot C_4$ genau $1 \text{ g Pb}(C_2H_5)_4$.

Gegenüber der Bleibestimmung von Edgar und Calingaert¹⁾ die etwa 4 h in Anspruch nimmt, kann die quantitative Bleibestimmung nach dem oben geschilderten Verfahren in 1 1/2 h durchgeführt werden. Die Vereinfachung besteht in folgendem:

- 1.) Das Abfiltrieren des Blei-Bromid-Niederschlages fällt weg.
- 2.) Das Auswaschen mit Petroläther erübrigt sich.
- 3.) Das Lösen des Bleibromid-Niederschlages fällt weg.
- 4.) Das langwierige Eindampfen der Salpetersäurelösung fällt weg.

Während das Verfahren von Edgar und Calingaert nicht bei allen verbleiten Kraftstoffen - z.B. Leuna-Benzin - anwendbar ist, kann der Bleigehalt nach dem oben genannten Verfahren bei sämtlichen verbleiten Kraftstoffen bestimmt werden, sofern sie nicht mehr als 5 cm^3 Brom verbrauchen. Dabei braucht kein Niederschlag von Bleibromid aufzutreten; wichtig ist nur, dass eine Braunfärbung erhalten wird.

Sämtliche Geräte und Chemikalien, die zur gewichtsanalytischen Bleibestimmung in Kraftstoffen nach dem FKFS-Verfahren benötigt werden, sind in einem handlichen Kasten (Bild 1) zusammengefasst.

- b) FKFS-Schnellverfahren zur maßanalytischen Bestimmung des Bleigehaltes in bleihaltigen Kraftstoffen.

Edgar und Calingaert¹⁾ beschreiben ein weiteres Verfahren, nach dem der Bleitetraäthylgehalt auf maßanalytischem Wege in reinem und unverdünntem Ethylfluid bestimmt wird. Dieses Verfahren liess sich allerdings auf die bleitetraäthylhaltigen Kraftstoffe, die fast stets Olefingehalt aufweisen, seither nicht übertragen, da durch die im Kraftstoff enthaltenen Olefine mehr Jod verbraucht wird als folgender Gleichung entspricht:

000123

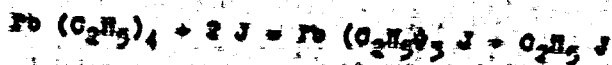
Bearbeiter:	Tag:	Erstellt von:	Erstellt durch:
Prüfer:	Tag:		



Reichsanstalt für die Untersuchung von Kraftstoffen
Technische Abteilung

Bestimmung des Bleitetraäthylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IX XXXV - 1
Bl. 5



Diese Olefine können aber beispielsweise mit Oxalensäure, Essigsäure oder Trichloressigsäure abgesättigt werden. Die besten Ergebnisse wurden mit Trichloressigsäure erzielt. Die sonstigen in Bleibenzinen noch vorhandenen Bleiverbindungen verbrauchen kein Jod oder nur sehr wenig. Demzufolge wurde folgendes Arbeitsverfahren zur raschen Bestimmung des Bleigehaltes in Kraftstoffen ausgearbeitet:

In einem 100 cm³ fassenden Scheidetrichter werden 25 cm³ Kraftstoff mit 25 cm³ einer 3%igen trichloressigsäuren Lösung 5 min lang geschüttelt. Nach zweimaligem Durchspülen mit Wasser und Nachwaschen mit 10 cm³ Normalbenzin wird der Kraftstoffanteil in einem 100 cm³ fassenden Jodzählkolben mit 5 bis 15 cm³ n/20-Jodlösung und wenig Natriumacetat wiederum 8 bis 10 min im Dunkeln geschüttelt. Der Jodüberschuss wird sodann mit n/10 Natrium-Thiosulfatlösung unter Zusatz von etwa 2 cm³ Stärkelösung bei dauerndem Schütteln zurücktitriert.

Die Anzahl cm³ der von der Bleitetraäthyl verbrauchten n/20-Jodlösung mit 0,0323 multipliziert, ergibt das Gewicht des Bleitetraäthyls in 100 cm³ Kraftstoff.

Bei alkoholhaltigen Kraftstoffen braucht der Alkohol vor der Bleibestimmung nicht entfernt zu werden.

Die Vorteile des neuen Verfahrens sind:

- 1.) Die gesamte Bleibestimmung dauert nur 20 bis 30 min.
- 2.) Es werden sehr wenig Chemikalien und Geräte benötigt.
- 3.) Sämtliche Kraftstoffe - auch die stark olefinhaltigen - können rasch untersucht werden.

Das beschriebene Schnellverfahren zur Bestimmung des Bleigehaltes lässt sich auf sämtliche Kraftstoffe - auch auf diejenigen, die mehr als 5 cm³ Bromlösung verbrauchen -, ausdehnen. Beispielsweise war es bisher nicht möglich, bei verbleiten Fischer-Tropsch-Benzinen den Bleigehalt quantitativ auf gewichtsanalytischem Wege zu bestimmen.

Damit der Bleigehalt von Kraftstoffen jeweils an Ort und Stelle rasch festgestellt werden kann, wurde auch für

000124

Bearbeiter:
Prüfer:

Tag:
Tag:

Erreicht für:

Erreicht durch:



REICHANSTALT FÜR DIE UNTERSUCHUNG VON SPRENGSTOFFEN UND EXPLOSIVSTOFFEN
TECHN. VEREINIGUNG
BERLIN

Bestimmung des Bleitetrathylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IE 1000V - 1

Bl. 4

dieses Verfahren ein Gerätekasten entwickelt, der in Bild 2 dargestellt ist.

Widmer-Wanninger

000125

Bearbeiter:	Tag:	Erz. für:	Erz. durch:
Prüfer:	Tag:		



Reichsanstalt für die Untersuchung von Kraftstoffen
 Reichsanstalt für die Untersuchung von Kraftstoffen
 Reichsanstalt für die Untersuchung von Kraftstoffen

Bestimmung des Bleiteträthylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IZ 100KV - 2

Zahlentafel 1

In Zahlentafel 1 werden noch einige Ergebnisse der beiden FKPS-Verfahren zur quantitativen Bleibestimmung in Kraftstoffen im Vergleich zum seither gebräuchlichen Verfahren nach Edgar und Calingaert angegeben:

Zahlentafel 1. Gehalt an Pb (C_2H_5)₄ in mg je 100 cm³ Kraftstoff.

Kraftstoffproben	Verfahren nach Edgar u. Calingaert (Untersuchungsdauer 4 h)	Gewichtsanalytisches FKPS-Verfahren (Untersuchungsdauer 1 1/2 h)	Maßanalytisches FKPS-Verfahren (Untersuchungsdauer 20 bis 30 min)	
			1. Bestimmung	2. Bestimmung
Shell B 4	146	145	143	161
Standard B 4	161	159	162	161
Leuna Nr. 1	162	163	164	164
Standard A 3	50	52	53	53
Leuna Nr. 2	-	-	220	220
Fischer-Tropsch-Benzin, verbleit	nicht durchführbar	nicht durchführbar	160	162
Verbleites I.G.-Benzin Nr. 1	-	-	216	218
Verbleites I.G.-Benzin Nr. 2	-	-	109	109

Aus Zahlentafel 1 ist zu ersehen, dass die einzelnen Verfahren gut übereinstimmende Werte ergeben. Eine wesentliche Vereinfachung der Bleibestimmung in Kraftstoffen bedeutet insbesondere das maßanalytische FKPS-Verfahren.

000126

Überwäger:
Prüfer

Fdg:
Fdg.

Erstellt für

Erstellt durch



REICHSANSTALT FÜR DIE
UNTERSUCHUNG VON
KRAFTSTOFFEN
UND VERBUNDENE
ANSTALTEN

Bestimmung des Bleitetraäthylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IZ 1111V - 1

Bild 1.



Bild 1. Gerätekasten zur gewichtsanalytischen Bleitetraäthylbestimmung in Kraftstoffen nach dem FKFS - Verfahren.

000127

Bearbeiter:	Tag:	Ersatz für:	Ersatz durch:
Prüfer:	Tag:		



REICHANSTALT FÜR CHEMISCHE INDUSTRIE
AN DER UNIVERSITÄT
STUTTGART

Bestimmung des Bleitetraäthylgehaltes in Kraftstoffen nach zwei verschiedenen Verfahren.

IS XXV - 2

Bild 3.

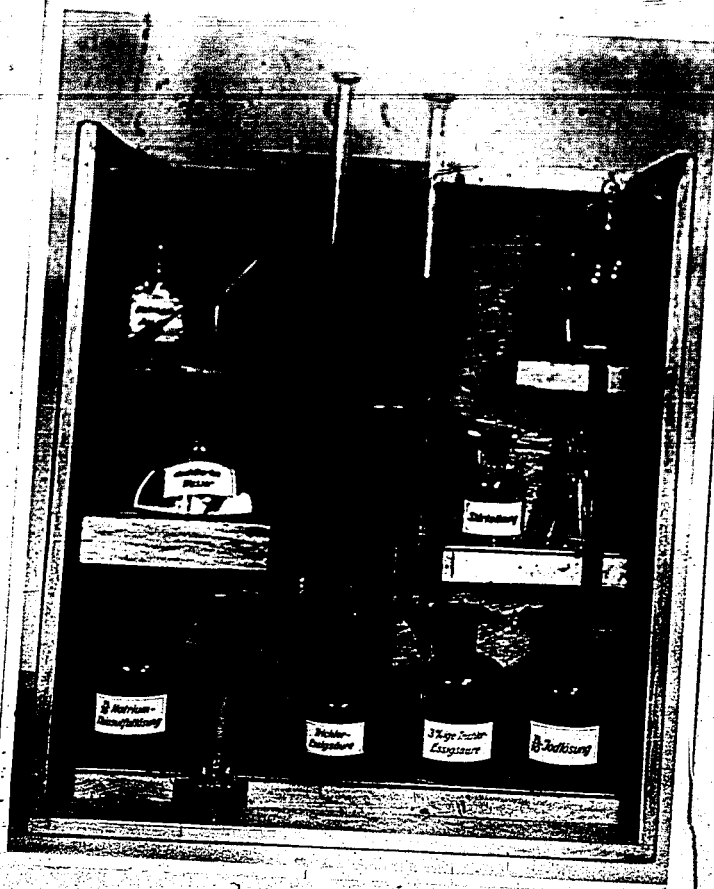


Bild 2. Gerätekasten zur massanalytischen Bleitetraäthylbestimmung in Kraftstoffen nach dem MEPS-Verfahren.

000128

Arbeiter:
Prüfer:

Tag:
Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:



REICHANSTALT FÜR
MATERIALPRÜFUNGEN
UND METALLOGRAFIE
BERLIN-CHARLOTTENBURG

Einfluss von Bleibromid auf Leicht-
metall-Legierungen.

15. April 1929
Bl. 1

Nachdem in früheren Versuchen festgestellt war, dass der auf dem Kolbenboden bzw. in den Auslasskanälen des Zylinders verbleibende Rückstand neben der in der Hauptsache anfallenden Oxidkornle Bleibromid enthält, war es hauptsächlich, festzustellen, ob dieses Salz irgendwelche korrosierenden Einflüsse auf den Kolbenwerkstoff ausübt.

Zuerst wurden reine Metalle der Einwirkung des Bleibromids unter den verschiedenen Bedingungen ausgesetzt. Man ging so vor, dass die Metallstücke vor und nach dem Versuch gewogen wurden und der jeweilige Gewichtsverlust in Hundertteilen in Zahlen tafeln eingetragen wurde. Wie aus Zahlen tafeln 1 ersichtlich, liess man das Bleibromid sowohl bei Anwesenheit von Morawalbenzin, als auch von Wasser 24 Stunden auf die Metalle Kupfer, Zink und Aluminium einwirken, ferner wurde die Wirksamkeit des Salzes auf die erwähnten Metalle im Vakuum beobachtet.

Widmaier - Nenninger

000129

Bearbeiter:

Prüfer:

Tag:

Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:



VERBODEN TOEGANG
TOEGANG VERBODEN
NACHSCHRIFTEN
NACHSCHRIFTEN

Einfluss von Bleibromid auf Leichtmetall-Legierungen.

IS XXXIV-2
Bl. 2

Zahlentafel 1

24-stündige Einwirkung von Bleibromid unter verschiedenen Bedingungen auf Metalle.

Abnahme in Gew.-%

	Kupfer	Zink	Aluminium
Bleibromid + Normalbensin	0	4,3	2,1
Bleibromid + Wasser	0,1	8,7	4,5
Bleibromid in Vakuum	0	0	0

Zahlentafel 1 zeigt, dass Kupfer nicht beeinflusst wird, während beim Zink und Aluminium stärkere Korrosionsspuren auftreten, die beim Wasser am stärksten sind. In Vakuum zeigen sich bei allen Metallen keinerlei Einflüsse. Bekanntlich besteht der Kolbenwerkstoff nicht aus reinen Metallen, sondern aus Leichtmetall-Legierungen. Deshalb wurden weitere Versuche mit 6 EC-Legierungen angestellt und zwar wurden solche der Aluminium-Kupfer-Richtung, der Aluminium-Silizium-Richtung und Magnesium-Richtung ausgewählt. Man ging in der gleichen Weise vor, wie bei den Leichtmetall-Versuchen, die Legierungen wurden vor und nach dem Versuch gewogen und die anteilmässig berechneten Verluste wiederum in Zahlentafeln eingetragen.

000130

Verfasser:	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:
Prüfer:	Tag:		

DEUTSCHE
 REICHSPATENT-
 AMT
 BERLIN

Einfluss von Bleibromid auf Leicht-
 metall-Legierungen. 1

DE XXXV-2
 Bl. 3

Zahlentafel 2

Einwirkung von Bleibromid auf Legierungen
 unter verschiedenen Bedingungen.

Änderung in Gew.-%

Bezeichnung:	ECy	EC 101	EC 124	EC 130	EC 549
Bestandteile	Al Cu, Si, Mg	Al Cu, Mg.	Al Si	Al Si Cu, Mg, Si, Fe	Mg. Zn Co.
Bleibromid + Normalbenzin Dauer 48 h	+0,2	+0,2	gepr. ges. +0,5 +0,4	+0,4	+0,3
Bleibromid im Vakuum Dauer 48 h	+0,2	+0,03	+0,3 +0,1	+0,35	+0,2
Bleibromid + Normalbenzin im Vakuum Dauer 60 h	+0,05	+0,05	+0,35 +0,08	+0,2	+0,1

Wie aus Zahlentafel 2 ersichtlich ist, sind die Ge-
 wichte der Legierungen nach den Versuchen höher als zuvor,
 was daran liegt, dass zwar keine Korrosion, aber eine Ober-
 flächenoxydation durch das Bleibromid stattgefunden hat,
 womit die höheren Gewichte erklärt sind.

Erheblich stärker ist die Korrosionseinwirkung, wenn
 man Wasser oder mit Wasser gesättigte Luft mit Bleibromid
 auf die Legierungen einwirken lässt, Zahlentafel 3.

000131

Bearbeiter Prüfer:	Tag:	Erstellt für	Erstellt durch
	Tag:		

Zahlentafel 3

**Einwirkung von Bleibromid auf Legierungen
 unter verschiedenen Bedingungen.**

Abnahme in Gew.-%

Bezeichnung	EOy	EO 101	EO 124	EO 138	EO 549
Bestandteile	Al. Cu, Ni, Mg	Al. Cu, Mg.	Al. Si.	Al. Si. Cu, Mg, Ni, Fe.	Mg. Mn, Co
Bleibromid + Wasser Dauer 2 h	6,6	1,7	2,7 3,0	4,2	3,4
Bleibromid + feuchte Luft, Dauer 24 h	3,3	0,9	2,0 0,7	1,9	8,4

Mit reinem Wasser zeigt sich nach zwei Stunden bereits erhebliche Korrosion und auch mit feuchter Luft ist die Einwirkung stark. Diese Tatsache ist von grosser Wichtigkeit, da dasselbe auch bei alkoholhaltigen und wasserhaltigen Benzinen erfolgen kann.

Es wurde nun auch noch der Einfluss von Korrosionsschutzöl auf die Bleibromid-Korrosion der Legierungen erprobt. Man ging so vor, dass man die Legierungen mit Schutzöl behandelte und dann der Einwirkung durch Bleibromid aussetzte. Zahlentafel 4 und 5 zeigen die Ergebnisse.

000132



Forschungsinstitut für
Metalle
DGLM

Einfluss von Bleibromid auf Leichtmetall-Legierungen.

IR 2014 - 2
Bl. 5

Zahlentafel 4

Einwirkung von Bleibromid auf Legierungen, die mit Korrosionsschutzöl behandelt sind.

Bezeichnung	ECy	EC 101	EC 124	EC 138	EC 549	
Bestandteile	Al, Cu, Ni, Mg	Al, Cu, Mg	Al, Si	Al, Si, Cu, Mg, Ni, Fe	Mg, Mn, Ce	
Bleibromid z. Normalkonz. Dauer 60 h	+0,04	+0,01	+0,09	+0,04	+0,05	+0,04
Bleibromid mit feucht. Luft, Dauer 48 h	+0,03	+0,04	+0,12	+0,14	+0,13	+0,15

Zahlentafel 5

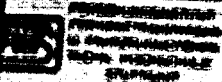
Einwirkung einer Mischung von Korrosionsschutzöl-Wasser-Emulsion und Bleibromid.

Bezeichnung	ECy	EC 101	EC 124	EC 138	EC 549	
Bestandteile	Al, Cu, Ni, Mg	Al, Cu, Mg	Al, Si	Al, Si, Cu, Mg, Ni, Fe	Mg, Mn, Ce	
Dauer 48 h	+0,05	+0,01	+0,04	+0,03	+0,04	+0,1

Wie Zahlentafel 4 und 5 zeigen, verhindert das Korrosionsschutzöl praktisch jede Korrosion, was besonders im Hinblick auf die in Zahlentafel 3 angeführte starke Korrosion

000133

Verfasser	Tag	Erstellt für	Erstellt durch



Einfluss von Bleibromid auf Leichtmetall-Losierungen.

DEUTSCH - 2
Bl. 6

durch Wasser bemerkenswert ist. Wenn man berücksichtigt, dass bei allen Versuchen das Bleibromid in sehr konzentrierter Form angewandt wurde, so kann man sagen, dass eine Korrosion durch aus Bleibromiden stammendes Bleibromid kaum zu befürchten ist, zumal dasselbe stets in nur geringer Menge vorliegt. Es könnte höchstens dann eine Einwirkung erfolgen, wenn abgelagertes Bleibromid mit wasserhaltigen Benzol längere Zeit in Berührung kommt, da aber bei den hohen Temperaturen des Verbrennungsraums höchstens nach dem Abstellen einige wenige Bleibromidkristalle sich einstellen können, so bleibt eine Korrosion durch Bleibromid ausserhalb des Bereiches der gegebenen Möglichkeiten.

000134

Verfasser:	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:

I. Zweck der Untersuchungen.

Die Ermittlung der Temperaturverteilung an luftgekühlten Motoren erfolgt in allgemeinen durch Thermoelemente, deren Zahl bei gewissen Messungen an Vielsylindermotoren ziemlich gross werden kann und erheblichen Zeitaufwand zum Anbringen sowie zum Ablesen der Temperaturen erfordert.

Zur raschen Ermittlung von Wärmeestern bei luftgekühlten Flugmotoren werden neuerdings die Thermocolor-Messfarben der J.G.-Farbenindustrie mit Erfolg verwendet. Der Zweck der nachstehend geschilderten Untersuchungen bestand darin, die Genauigkeit des Vorgehens zu untersuchen und festzustellen, inwieweit die Thermocolorfarben auch für die Motorenforschung geeignet sind.

II. Beschreibung des Verfahrens.

Die Thermocolor-Farben zeigen bestimmte Temperaturen der Oberfläche, auf die sie aufgetragen sind, durch Farbumschlag an¹⁾. Zahlentafel 1 gibt einen Überblick über die bisher zur Verfügung stehenden Messfarben.

Die Farben werden mit Spiritus angerührt und auf die zu untersuchende Fläche aufgetragen. Sie können mittels Sandstrahlgebläse wieder entfernt werden.

III. Versuchseinrichtung und Durchführung.

Die Untersuchungen wurden an elektrisch geheizten Rippenzylindern mit gegebener Kühlluftführung in einem Schacht durchgeführt, durch den mittels eines Demag-Gebläses Luft angesaugt wurde. Zur Messung der Temperaturen am Zylinderumfang wurden in den Rippengrund in der Mitte der Zylinder 10 Kupfer-Konstantan-Thermoelemente eingestemmt. Bild 1 zeigt die Versuchseinrichtung und die Lage der Thermoelemente.

Die Zylinder wurden nach Auftragen der zu unter-

1) Vgl. F. Penzig, Z.VDJ Bd. 83 (1939) Nr. 3 S. 69.

000135

Verfasser:	Leg:	Erstellt für:	Erstellt durch:

DEUTSCHE
FARBEN-INDUSTRIE
AG
FARBEN-UNTERSUCHUNG
UND
MESSFARBEN
FABRIK

Temperaturmessungen an luftgekühl-
ten Motoren mit den Thermo-color-
Messfarben der J.G.-Farbenindustrie.

IR XLIV 1 3
Bl. 2

suchenden Farben und Einschalten des Kühlluftstromes jeweils so stark erhitzt, dass die von der J.G. Farbenindustrie angegebenen Umschlagtemperaturen am Zylinderumfang nach der Angabe der Thermolemente erreicht wurden. Nach kurzer, bei allen Versuchen jeweils gleichhaltener Heizzeit wurde dann die Heizung abgestellt, während die Kühlung noch längere Zeit eingeschaltet blieb, um einen Temperaturengleich am Zylinder zu verhindern. Der abgekühlte Zylinder wurde dann ausgebaut und die Umschlagzone festgelegt.

IV. Versuchsergebnisse.

a) Genauigkeit der Messfarben.

In Bild 2 bis 6 sind auf der Abwicklung des Zylinderumfangs die Umschlaglinien der einzelnen Farben nebst den mittels der Thermolemente bestimmten Temperaturen am Zylinderumfang wiedergegeben. In Zahlentafel 2 sind die bei diesen Versuchen ermittelten Umschlagtemperaturen für die verschiedenen Messfarben den von der J.G.-Farben-Industrie angegebenen Umschlagtemperaturen gegenübergestellt. Man sieht, dass die Übereinstimmung zwischen den Angaben der J.G.-Farben-Industrie und den mittels der Thermolemente festgestellten Temperaturen sehr gut ist. Die Unterschiede liegen im allgemeinen im Rahmen der Messgenauigkeit der Thermolemente.

Die Farben 1, 2 und 3 haben die Eigenart, dass sie nach ganz kurzer Zeit wieder die Ausgangsfarbe annehmen; dies ist wahrscheinlich auf den Einfluss der Luftfeuchtigkeit zurückzuführen, da bei Benetzen der umgeschlagenen Farben mit Wasser sofort wieder die Ursprungsfarbe auftritt.

Die Auftragung verschiedener Farben übereinander beeinflusste die Umschlagpunkte nicht, d.h. es war keine Beeinträchtigung des Wärmeüberganges durch frühere Farbanstriche festzustellen.

b) Anwendbarkeit der Messfarben am Motor.

Die Messfarben können an Vielzylindermotoren, z.B. an Doppelstern-Motoren, mit Erfolg dazu verwendet werden, um auf einfache Weise einen raschen Überblick über die Temperaturverteilung und die Stellen starker Erhitzung am Motor zu

Verfasser:	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:	000136
	Tag:			

Dr. Ing. A. 4. Albert, Stuttgart



RECHENUNGSWEISE
FÜR VERFAHREN
IN DER FARBENINDUSTRIE
NACH DR. H. G. G. G. G.

Temperaturmessungen an luftgekühlten Motoren mit den Thermocolor-Messfarben der J.G.-Farbenindustrie.

IE LXXXV 4 3

Bl. 3

Gewinnen.

Sollten die genauen Höchsttemperaturen festgelegt werden, so macht sich die Eigenart der Farben, dass sie plötzlich und nicht allmählich umschlagen, störend bemerkbar, da die Zwischentemperaturen nicht geschätzt werden können. Ausserdem ist es ein Nachteil, dass die Zahl der Farbarten und damit der möglichen Umschlagpunkte beschränkt ist.

Zahlentafel 3 zeigt die mit den vorhandenen Messfarben erzielbaren Umschlagtemperaturen, ferner den jeweiligen Temperaturunterschied von einem Umschlagpunkt zum anderen. Wie man sieht, sind 13 Umschlagtemperaturen vorhanden und die Temperaturspannen schwanken zwischen 5 und 50°C. So ist es z.B. mit den bisher entwickelten Farben nur möglich, die Temperaturen 230°C und 275°C festzulegen; die bei Kühlversuchen an Motorenzylindern am meisten wissenswerten Zwischentemperaturen fehlen. Für feinere Messungen, z.B. bei der Entwicklung von Verrippungen oder von Luftführungen an luftgekühlten Zylindern, bei welcher dauernde Beobachtungen kleiner Temperaturveränderungen notwendig sind, ist demnach das Verfahren weniger geeignet.

V. Zusammenfassung.

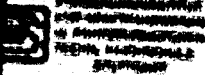
Die Untersuchung der von der J.G.-Farben-Industrie hergestellten Thermocolor-Messfarben ergab hinsichtlich Genauigkeit und Verwendbarkeit in der Motorenforschung folgendes:

- 1.) Die Anzeigenauigkeit der Farben ist sehr gut;
- 2.) die Messfarben sind zur Erzielung eines raschen Überblickes über die Höchsttemperaturen an luftgekühlten Vielzylindermotoren gut geeignet;
- 3.) für genauere Messungen ist das Verfahren weniger geeignet, solange verhältnismässig wenig Umschlagtemperaturen zur Verfügung stehen.

Gußmann / Berndorfer.

000137

Abfall:	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:
Ver:	Tag:		



Temperaturmessungen an luftgekühlten Motoren mit den Thermo-color-Messfarben der J.C.-Farbenindustrie.

IN XXXV-3
Zahlentafel 1

Thermo-color Nr.	Farbumschlag	Temperatur °C
1	rosa - blau	30
2	hellgrün - blau	60
3	gelb - violett	110
4	purpur - blau	140
5	weiss - grünbraun	175
6	grün - dunkelbraun	220
7	gelb - rotbraun	290
8	weiss - hellbraun	340
9	violett - weiss	440
20	hellrosa - hellblau	65
30	hellblau - hellbraun	145
	hellgrün - hellblau	65
31	hellblau - olivgrün	145
	braun - graubraun	155
	graubraun - grünbraun	230
	grünbraun - rostbraun	275

Zahlentafel 1.

Verfügbare Messfarben mit den zugehörigen Temperaturen des Farbumschlages.

000138

Arbeiter:	Tag:	Ereignis für:	Ereignet durch:



Die Reichswerke Hermann Göring
in der Reichsregierung
haben, unter der Leitung
des Reichsministers
für Wirtschaftsprüfung

**Temperaturmessungen an luftgekühl-
ten Motoren mit den Thermocolor-
Messfarben der J.G.-Farbenindustrie.**

**IE 100V-3
Zahlentafel**

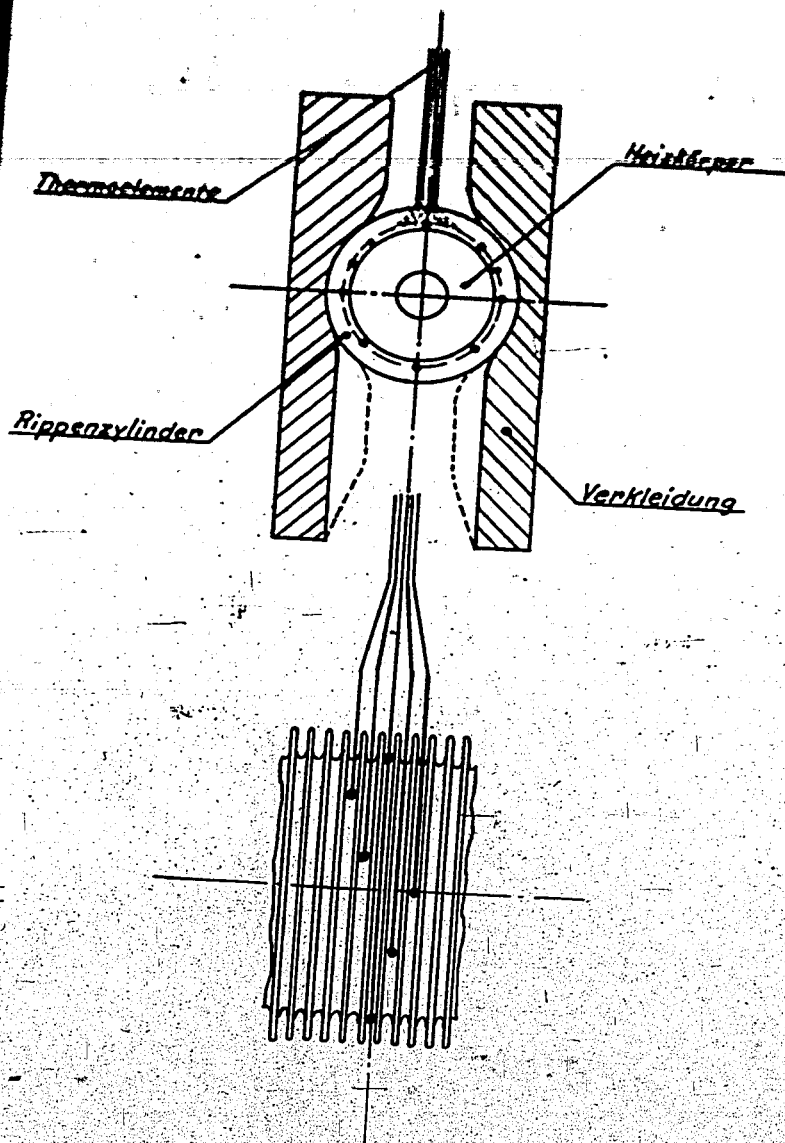
Thermocolor Nr.	Temperatur der Umschlagpunkte °C	Temperaturunterschied bis zum nächsten Umschlagpunkt °C
1	30	
2	60	30
20	65	5
3	110	45
4	140	30
20	145	5
31	155	10
5	175	20
6	220	45
31	230	10
31	275	45
7	290	15
8	340	50

Zahlentafel 3.

Erzielbare Umschlagtemperaturen und die sich daraus
ergebenden Temperaturspannen zwischen den Umschlag-
punkten.

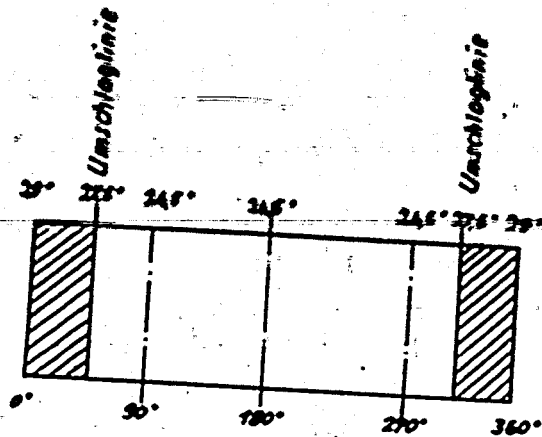
000140

Bearbeiter: Prüfer	Tage: Tage	Erstellt für	Erstellt durch
-----------------------	---------------	--------------	----------------

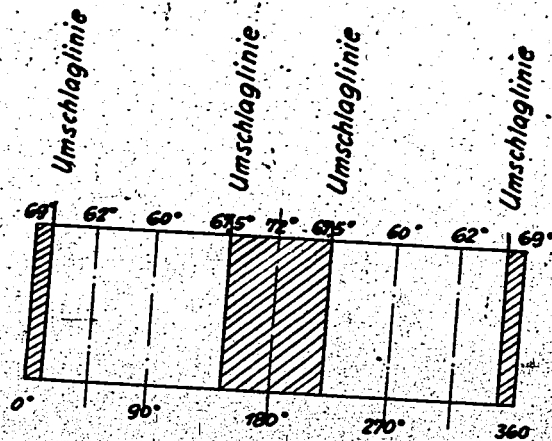


000141

Bild 1. Versuchsaufbau und Lage der Thermoelmente.



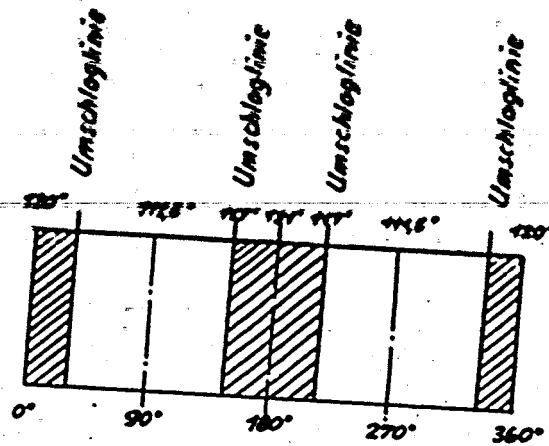
Zylinderumfang abgewickelt
Thermocolor 1.



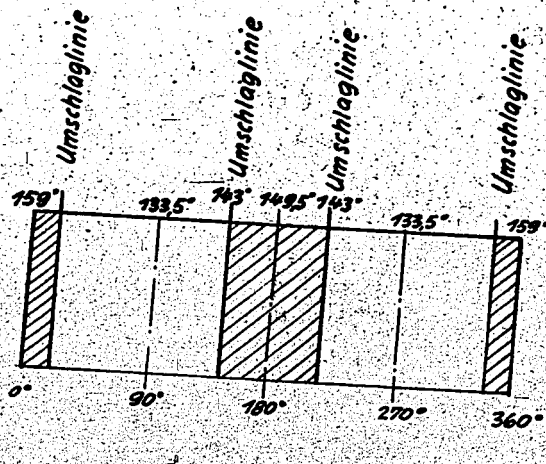
Thermocolor 2.

Bild 2. Umschlagspunkte von Thermocolor 1 und 2.

000142



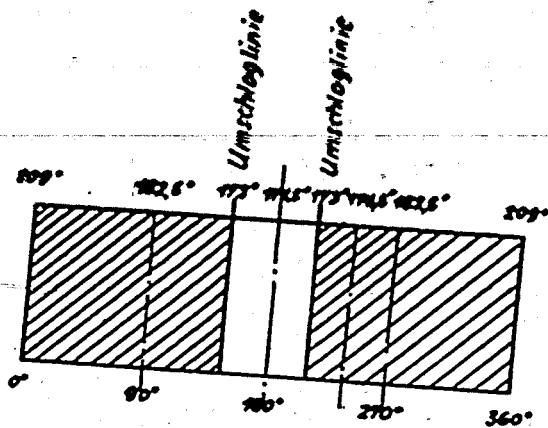
Thermocolor 3.



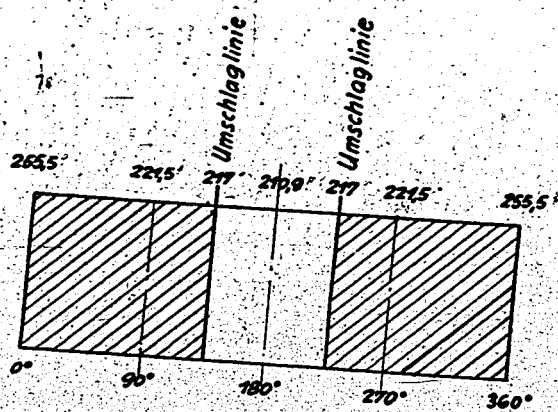
Thermocolor 4.

Bild 3. Umschlagpunkte von Thermocolor 3 und 4.

000143



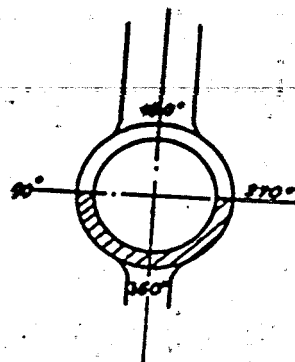
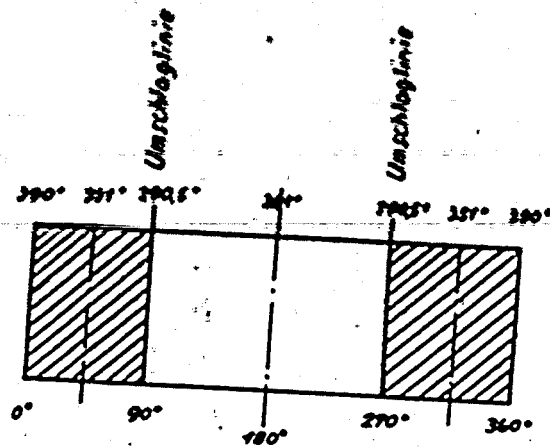
Thermocolor 5.



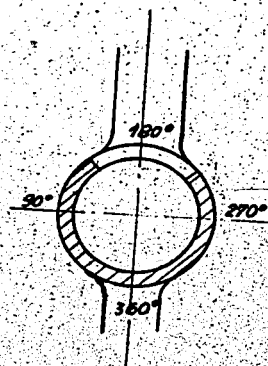
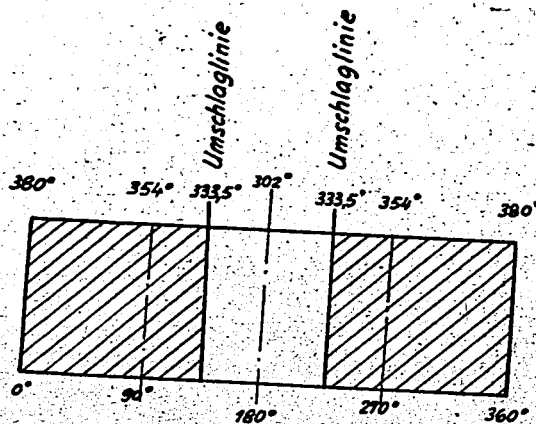
Thermocolor 6.

Bild 4. Umschlagpunkte von Thermocolor 5 und 6.

000144



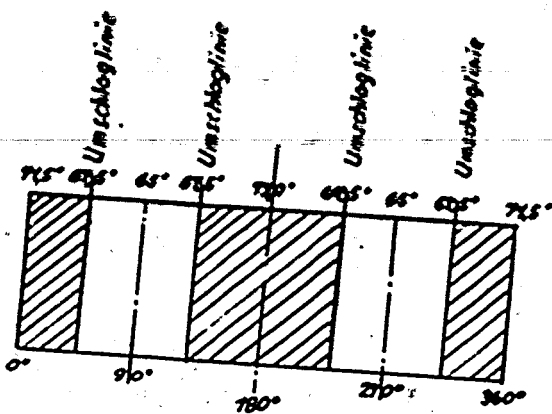
Thermocolor 7.



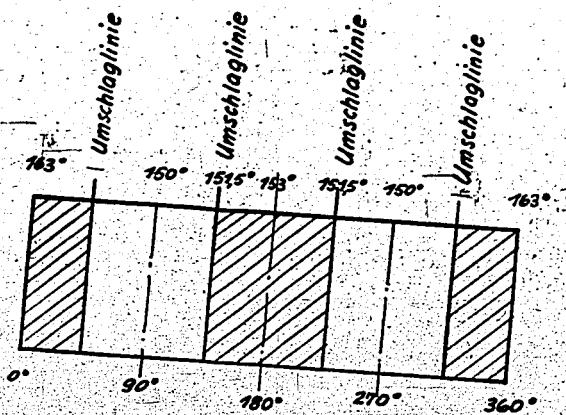
Thermocolor 8.

Bild 5. Umschlagpunkte von Thermocolor 7 und 8.

000145



Thermocolor 20 [1. Umschlag].



Thermocolor 20 [2. Umschlag].

Bild 6. Umschlagpunkte von Thermocolor 20.

000146



FEDERAL INSTITUTE FOR MOTOR VEHICLE RESEARCH
FORSCHUNGSANSTALT FÜR KRAFTFAHRZEUGE
BERLIN

Ursachen von Ventilfederbrüchen.

Bl. 1
XXIV - 4

Das Institut hat einen Zylinderprüfstand für Motoren mit hohen Drehzahlen und kleinem Hubraum entwickelt, auf diesem Prüfstand können ohne grosse Umarbeiten Zylinder fest montiert zur Zeit erhaltlicher Krafttradmotoren untersucht werden. Die Leistung ist mit einer unmittelbar gekuppelten Wasserpresse für Drehzahlen bis zu 9000 U/min gemessen. Zum Anreiben des Zylinders mit Wasserpresse dient ein Elektromotor, der an freien Ende der Wasserpresse mit einer abschaltbaren Reibungskupplung angreift.

Zunächst wurden auf diesem Prüfstand nur Viertaktmotoren untersucht, deren Gaswechselvorgänge durch Ventile gesteuert wurden. Von den vielseitigen Betätigungsmöglichkeiten der Ventile wurden bis jetzt zwei verschiedene Anordnungen angewandt: Bei der einen Anordnung (Bild 1) werden die unter 70° schräghängenden Ventile von einer oben-

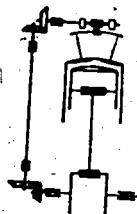


Bild 1.

Untersuchte Anordnung mit obenliegender Nockenwelle.

liegenden Nockenwelle über Schwinghebel betätigt. Die Nockenwelle wird dabei von der Kurbelwelle über eine Königswelle mit Kegelradübersetzung angetrieben. Diese Art der Ventilbetätigung hatte sich schon bei den normalen FKFS-Prüfständen bewährt und hat auch in dieser Ausführung zu keinerlei Schwierigkeiten Anlass gegeben. Ventilfederbrüche kamen wohl vor, waren aber so regelmässig in ihrem Auftreten, dass die Schuld in den nicht maßhaltigen Ventilfedern selbst gesucht werden musste.

Bei der anderen Anordnung (Bild 2) wurden die schräghängenden Ventile über Kipphebel und Stoßstangen von einer seitwärts liegenden Nockenwelle betätigt.

000147

Befehl:
von:

Tag:
Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:

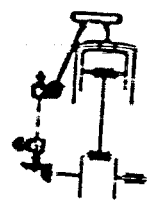
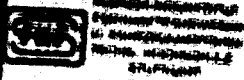


Bild 2.
Untersuchte Anordnung mit seitwärts liegender Nockenwelle.

Die Nockenwelle wird dabei von der Kurbelwelle über eine kurze schrägversahnte Königswelle mit Kegelradübersetzung angetrieben. Aus bautechnischen Gründen waren Haarringventilfedern eingebaut, deren Kräfte für die gewünschten Drehzahlen ausreichen mussten. Dennoch traten verschiedene Ventildfederbrüche auf und verursachten Zerstörungen des gesamten Zylinderkopfes.

Da die Federn selbst nicht die Ursachen der Federbrüche sein konnten, musste der Grund hierfür in einem Teil des Nockenmechanismus gesucht werden. Hier war zunächst die Wahl der Werkstoffe für die schrägversahnten Antriebsräder der Königs- und Nockenwelle schwierig. Die Räder müssen die ganze Kraft für die Ventilbewegung übertragen. Sie zeigten nach kurzer Zeit sehr starken unregelmässigen Verschleiss der Zahnflanken. Dadurch war der zwangsläufige Ablauf der Ventilbewegung durch den Nocken nicht regelmässig. Zusätzlich wies noch die Bearbeitung des Nockens einige Ungenauigkeiten auf, weil die Nockenflanken nicht geschliffen werden konnten.

Diese beiden Umstände zusammen bewirkten eine kleine Unebenheit in der Nockenerhebungskurve, die mittels eines Meßgerätes aufgenommen wurde (Bild 3). Mit Hilfe des graphischen Verfahrens wurde das entsprechende Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdiagramm aufgezeichnet. Da es sich hier nur um einen Vergleich handelt, genügt die Genauigkeit des graphischen Verfahrens vollauf. Diese Diagramme zeigen sehr deutlich die Wirkung einer kleinen Unebenheit in der Nockenwölbung. Die Feder wird

000148

Erstellt von:	Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:

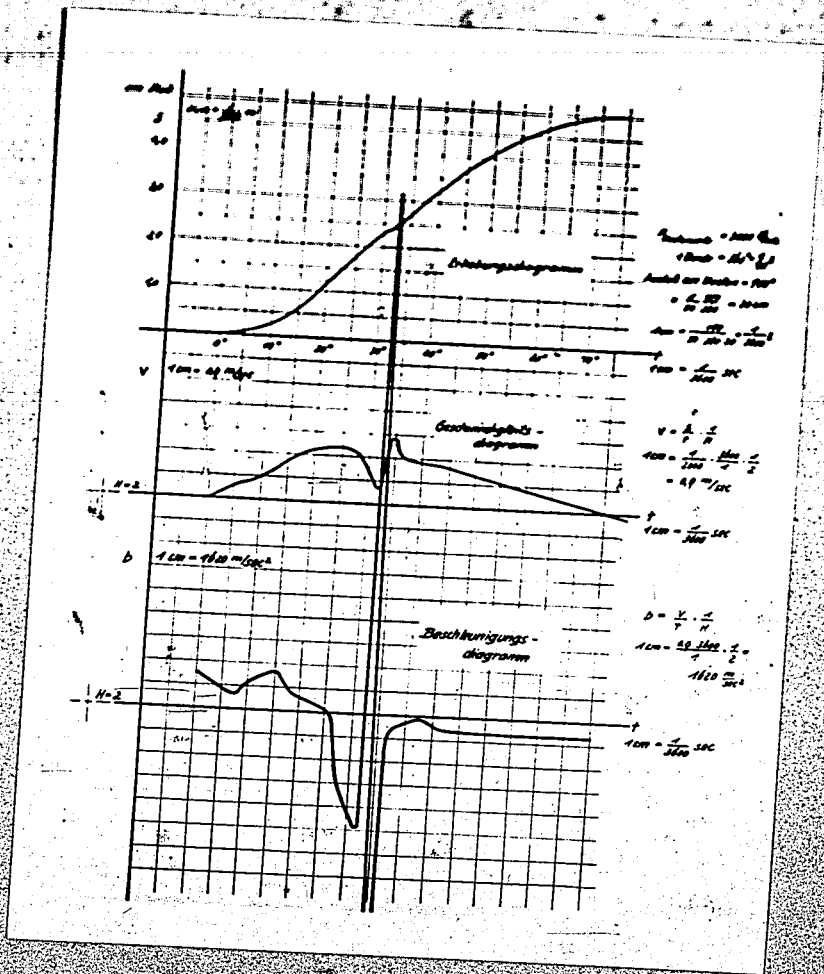


Bild 3.
Wirkung einer kleinen Unebenheit am Nocken auf die Ventilbeschleunigung.

000149

DEUTSCHES
PATENTAMT
BREMEN

Breaker von Ventilsfederbrüchen.

Bl. 4
11117 - 4

in Schwingungen gebracht, deren Kräfte ein Vielfaches von dem zulässigen Betrag ausmachen. Es ist daher auch leicht erklärlich, dass die Federn nach kurzer Zeit gebrochen sind.

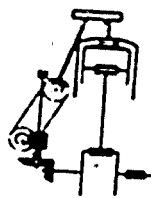


Bild 4.
Nockentrieb durch
Kette.

Anstelle des sonstigen
Nockenwellentriebs wurde darauf
hin die Nockenwelle durch eine
Kette angetrieben (Bild 4). Zu
diesem Zweck wurde die Welle des
Antriebes für den Zündapparat
und die Nockenwelle verlängert,
damit ein Kettenrad angebaut wor-
den konnte. Diese Änderung hat
sich sehr gut bewährt, es traten
keine Ventilsfederbrüche mehr auf.

S t a r k .

000150

Erfinder	Tag	Erz. Nr.	Erz. durch	
	Tag			



**Elektrisches Zylinderpflanz-
strom an Schnittmodell in Wasser-
kanal.**

IN XXIV - 9
Bl. 1

Ein Zylinder, der in der Gegend des unteren Totpunkts Einlaß-Schlitz besitzt, soll durch diese gespült werden und zwar derart, dass das Spülmittel unter möglichst geringer Verwirbelung mit dem Abgas des Kolben scheibenförmig vorge- lagert wird. Das Spülmittel wird dann beim Aufwärtsgang durch den Kolben vorwärts geschoben und füllt - indem es die Abgase aus dem Verbrennungsraum durch ein Auslaßventil ver- drängt - diesen im oberen Totpunkt völlig aus. Zu diesem Zweck muss die Vorlagerung des Spülmittels derart geschehen, dass einerseits kein Abgaskern bestehen bleibt, andererseits die Scheibenform erreicht wird.

Die erste Forderung sollte dadurch erreicht werden, dass der Anstellwinkel der einzelnen Schlitz gegenüber der Tangente an den Zylinderumfang nach Bild 1 - von 90° aus- gehend - von Schlitz zu Schlitz flacher gemacht wurde; man dürfte erwarten, dass die Abgase von der Zylindermitte aus fächerförmig weggeschoben wurden und sich ein tangentialer Wirbel ausbildete, der ein Ausfegen des Zylinders gewähr- leistete.

Um festzustellen, ob diese Schlitzanordnung die Wünsche erfüllte, wurde ein Schnittmodell im Maßstab 1:1 hergestellt (Bild 1) und in den Wasserkanal des Instituts eingesetzt.

Die Schwierigkeit bestand nun darin, eine Wasser- strömung zu erzeugen, die der Spülströmung möglichst gleich war. Das Wasser musste durch den Einlaufstutzen zu den Schlitzen gelangen und nach Durchtritt durch dieselben senk- recht zur bisherigen Strömungsrichtung ablaufen; geschah dies nicht, so trat innerhalb des Modells Stau ein. Es war also eine dreidimensionale Strömung zu erzeugen, um ein zwei- dimensionales Bild derselben zu erhalten.

Die Ablauföffnung des Wasserkanals wurde deshalb mit Hilfe eines Rohrstückes so hoch geführt, dass sie in der Zylinderachse unterhalb des Modells lag, ohne dass sich ein Ablaufwirbel bilden konnte.

Dem Kanal wurde ständig ebensoviel Frischwasser zu-

000151

Erstellt:	Tag	Erteilt für	Erteilt durch
	Tag		



DEUTSCHES PATENTAMT
VERLEIHUNG VON PATENTEN
UND VERWALTUNG VON
PATENTRECHTEN

Sichtbarmachen eines Zylinderpül-
stroms an Schnittmodell in Wasser-
kanal.

IN LXXXV - 9

Bl. 1

Ein Zylinder, der in der Gegend des unteren Totpunktes Einlaß-Schlitze besitzt, soll durch diese gespült werden und zwar derart, dass das Spülmittel unter möglichst geringer Vermischung mit der Abgas den Kolben scheibenförmig vorge- lagert wird. Das Spülmittel wird dann beim Aufwärtsgang durch den Kolben vorwärts geschoben und füllt - indem es die Abgase aus dem Verbrennungsraum durch ein Auslaßventil ver- drängt - diesen im oberen Totpunkt völlig aus. Zu diesem Zweck muss die Vorlagerung des Spülmittels derart geschehen, dass einerseits kein Abgaskern bestehen bleibt, andererseits die Scheibenform erreicht wird.

Die erste Forderung sollte dadurch erreicht werden, dass der Anstellwinkel der einzelnen Schlitze gegenüber der Tangente an den Zylinderumfang nach Bild 1 - von 90° aus- gehend - von Schlitz zu Schlitz flacher gemacht wurde; man durfte erwarten, dass die Abgase von der Zylindermitte aus fächerförmig weggeschoben wurden und sich ein tangentialer Wirbel ausbildete, der ein Ausfegen des Zylinders gewähr- leistete.

Um festzustellen, ob diese Schlitzanordnung die Wünsche erfüllte, wurde ein Schnittmodell im Maßstab 1:1 hergestellt (Bild 1) und in den Wasserkanal des Instituts eingesetzt.

Die Schwierigkeit bestand nun darin, eine Wasser- strömung zu erzeugen, die der Spülströmung möglichst gleich war. Das Wasser musste durch den Einlaufstutzen zu den Schlitzen gelangen und nach Durchtritt durch dieselben senk- recht zur bisherigen Strömungsrichtung ablaufen; geschah dies nicht, so trat innerhalb des Modells Stau ein. Es war also eine dreidimensionale Strömung zu erzeugen, um ein zwei- dimensionales Bild derselben zu erhalten.

Die Ablauföffnung des Wasserkanals wurde deshalb mit Hilfe eines Rohrstückes so hoch geführt, dass sie in der Zylinderachse unterhalb des Modells lag, ohne dass sich ein Ablaufwirbel bilden konnte.

Dem Kanal wurde ständig ebensoviel Frischwasser zu-

000151

Erfinder:	Fog	Erzucht für	Erzucht durch
Offiz:	Fog		



DEUTSCHES PATENTAMT
ZUR VERWALTUNG
DES PATENTRECHTS
AM 1. DEZEMBER 1934

Sichtbarmachen eines Zylinderspül- stroms an Schnittmodell in Wasser- kanal.

IN XXXIV - 9

Bl. 1

Ein Zylinder, der in der Gegend des unteren Totpunkts Einlaß-Schlitze besitzt, soll durch diese gespült werden und zwar derart, dass das Spülmittel unter möglichst geringer Vermischung mit der Abgas des Kolbens scheibenförmig vorgelegt wird. Das Spülmittel wird dann beim Aufwärtsgang durch den Kolben vorwärts geschoben und füllt - indem es die Abgase aus dem Verbrennungsraum durch ein Auslaßventil vor- drängt - diesen im oberen Totpunkt völlig aus. Zu diesem Zweck muss die Vorlagerung des Spülmittels derart geschehen, dass einerseits kein Abgaskern bestehen bleibt, andererseits die Scheibenform erreicht wird.

Die erste Forderung sollte dadurch erreicht werden, dass der Anstellwinkel der einzelnen Schlitze gegenüber der Tangente an den Zylinderumfang nach Bild 1 - von 90° ausgehend - von Schlitz zu Schlitz flacher gemacht wurde; man durfte erwarten, dass die Abgase von der Zylindermittle aus fächerförmig weggeschoben wurden und sich ein tangentialer Wirbel ausbildete, der ein Ausfegen des Zylinders gewähr- leistete.

Um festzustellen, ob diese Schlitzanordnung die Wünsche erfüllte, wurde ein Schnittmodell im Maßstab 1:1 hergestellt (Bild 1) und in den Wasserkanal des Instituts eingesetzt.

Die Schwierigkeit bestand nun darin, eine Wasser- strömung zu erzeugen, die der Spülströmung möglichst gleich war. Das Wasser musste durch den Einlaufstutzen zu den Schlitzen gelangen und nach Durchtritt durch dieselben senk- recht zur bisherigen Strömungsrichtung ablaufen; geschah dies nicht, so trat innerhalb des Modells Stau ein. Es war also eine dreidimensionale Strömung zu erzeugen, um ein zwei- dimensionales Bild derselben zu erhalten.

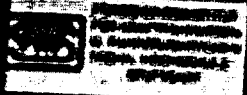
Die Ablauföffnung des Wasserkanals wurde deshalb mit Hilfe eines Rohrstückes so hoch geführt, dass sie in der Zylinderachse unterhalb des Modells lag, ohne dass sich ein Ablaufwirbel bilden konnte.

Dem Kanal wurde ständig ebensoviel Frischwasser zu-

000151

Verfasser:	Tag:	Erteilt für:	Erteilt durch:
W. J. W.	1934		

Se. 146.7.4.9. Albert Heine, Stuttgart



**Sichtbarwerden eines Zylinderoppl-
stromes an Schnittmodell in Wasser-
kanal**

Bl. 3

geführt, wie durch den Ablauf verläuft, so dass sich eine gleichförmige Strömung durch den Zylinder ausbildete; diese wurde in bekannter Weise durch aufgestreutes Magnesiumpulver sichtbar gemacht.

Bild 2 a zeigt den beginnenden Einlauf durch die Schlitzlöcher in den Zylinder. Obwohl die Stromfäden die hinteren Schlitzlöcher noch nicht erreicht haben, ist bereits ein "Andrehen" des Wirbels zu erkennen.

Bild 2 b zeigt einen etwas späteren Zustand; die Stromfäden haben fast den letzten Schlitz erreicht, der Wirbel hat sich kräftig ausgebildet und füllt kurz darnach (Bild 2 c) den gesamten Innenraum aus.

Auf Grund dieser Aufnahmen scheint die beabsichtigte Entstehung eines schichtförmigen Wirbels gewährleistet zu sein. Die Aufnahme der Ölkohlablagerung am Kolbenboden des ausgeführten Zylinders bestätigt dies (Bild 3).

Siegel

000152

Verfasser Nr.	Tag Tag	Erzitz Nr.	Gewicht	...
------------------	------------	------------	---------	-----



VERBODEN TOEGANG
TOEGANG VERBODEN
TOEGANG VERBODEN

Sichtbarmachen eines Zylinderspil-
stroms an Schnittmodell in Wasser-
kanal.

IE A444 - 5

Bild 1

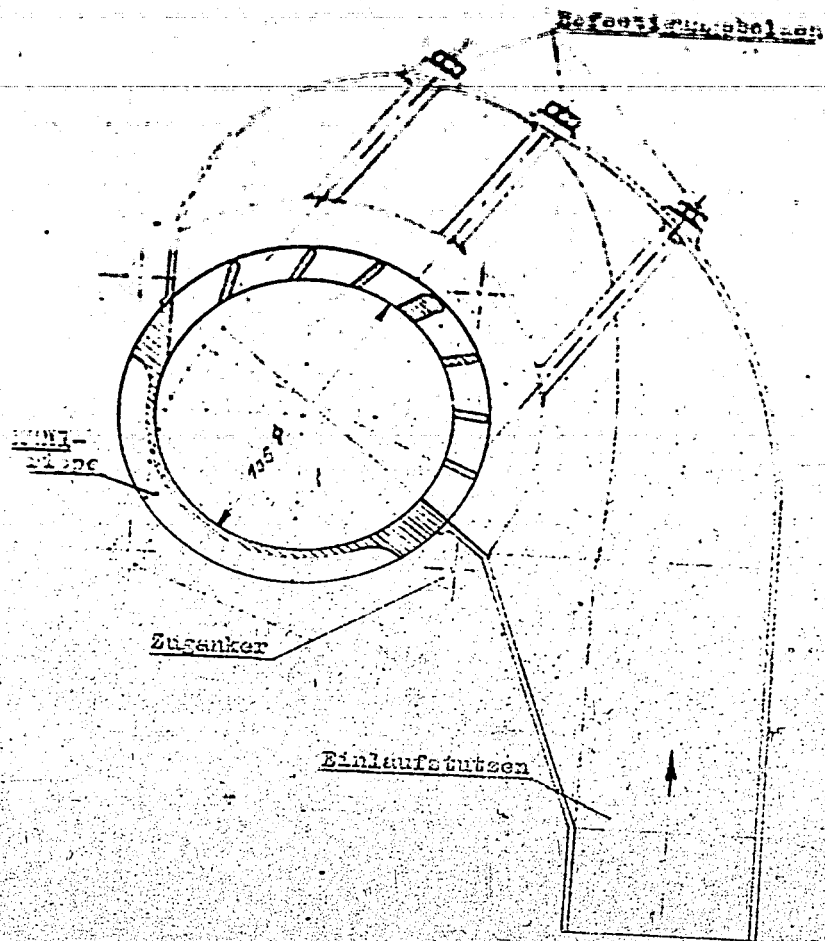


Bild 1. Schnittmodell.

000153

Gezeichnet:
Prüfer:

Tag:
Tag:

Erstellt für:

Erstellt durch:

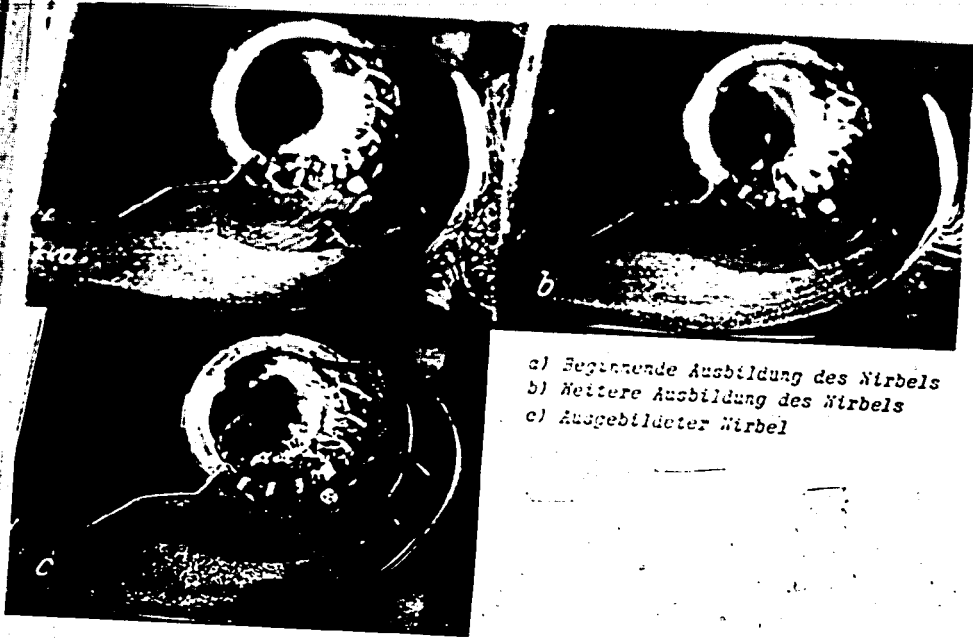
S. 8



VERBODEN TOEGANG
aan de inhoud van dit document
aan personen die niet bevoegd
zijn de inhoud daarvan te
bekennen

Elektromotor eines Synchronstrom-
Generators mit dem Kurbeltrieb im Wasser-
kanal

IL 4447-5
Bild 2



a) Beginnende Ausbildung des Wirbels
b) Weitere Ausbildung des Wirbels
c) Ausgebildeter Wirbel

Bild 2. Aufnahmen des Anlaufens der Strömung an den
Einlaßschlitzen im Wasserkanal.

000154

Bearbeiter:
Prüfer:

Tag:
Tag:

Ersatz für

Ersatz durch



Das Patentamt ist für die Erteilung von Patenten, Marken, Gebrauchsmustern, Schutzmodellen und für die Eintragung in das Patentsachenregister zuständig.

Stichtagsmäßig eine Aufnahme der
Abgabe von 100 Stück in die
Hand.

12. März - 5

12. 3



Bild 3. Aufnahme der Ölrohleablagerung am
Kolbenboden.

000155

Bearbeiter:

Prüfer:

Tag:

Tag:

Ersatz für

Ersatz durch



Reichspatentamt
 210 222
 Patentamt
 Berlin

Ventil mit Steuerschirm.

IB LXXIV - 6
 Bl. 1

Bei einem Versuch wurde es notwendig, die Steuerzeiten der Ventile stark zu verkürzen. Bei Verwendung des durch den ursprünglichen Hocken vorgegebenen Grundkreisdurchmessers ergab sich eine sehr spitze Hockenform (Bild 1) mit hohen Beschleunigungen, die denn auch die entsprechenden Störungen mit sich brachten. Sie klappten sich bei niederen und mittleren Drehzahlen lediglich in Zusammenstoßen des Gestänges (bis 7/10 mm bei 1:2 Stunden Versuchslauf, durch Ablatten der Kugelpfannen und des Stößels, Ausschlagen der Kipphebelwellenachse usw.), während bei hohen Drehzahlen erwartungsgemäss der Stößelfluss oder das Ventil brachen.

Um die kurzen Steuerzeiten verwirklichen zu können, wurde der ursprüngliche Hocken wieder eingebaut und auf den Ventilteller ein Schirm aufgeschweisst (Bild 2), dessen Höhe so bemessen wurde, dass - entsprechend der Hubbewegung des Hockens - die erforderliche Steuerzeit erreicht werden konnte (engl. Pat. 21 825 (1911), Adlerwerke).

Bei dieser Anordnung bestimmt nicht der Sitz des Ventiltellers die Öffnungsdauer, sondern die obere Kante des Schirms, wobei der gleiche Zeitquerschnitt erreicht werden kann oder - bei entsprechender Verlängerung der Öffnungsdauer des Nockens und Ausnutzung der höchstzulässigen Beschleunigung - sogar ein grösserer (Bild 3). Als erforderliches Spiel zwischen Kopf und Steuerschirm ergaben sich beim Hirth HM 8 - Kopf 3/10 mm.

Eine ähnliche Anordnung ist im franz. Pat. 499 138 (1917) (Ricardo) beschrieben, bei dem nicht der Schirm, sondern der Ventilteller innerhalb einer Eindrehung des Kopfes als Steuerkante arbeitet (Bild 4).

Nachteilig erwies sich bei der verwendeten Ausführung, dass bei zunehmendem Ausschlagen der Ventilfehrung der Schirm zum Aufsitzen kam, ferner dass bei öfterem Einschleifen des Ventils der Spalt zwischen Schirm und Kopf grösser wurde; letzteres verursacht aber bei Vergrösserung des Spiels von 3/10 auf 5/10 mm keine Änderung der Meßwerte.

000156

Bearbeiter:	Tag:	Erteilt für:	Erteilt durch:
Prüfer:	Tag:		

Unbefugte Vervielfältigung ist strafbar und untersagt.



Reichspatentamt
für das Deutsche Reich
in Berlin

Ventil mit Steuerachse.

Pat. Nr. 6
Bl. 2

Die Versuchsergebnisse bei Verwendung dieser Anordnung waren denen des Schiebercockens bei gleichem Zeitquerschnitt praktisch gleich. Das Schieberventil bietet die Möglichkeit, den Schieber ähnliche Wirkungen zu erzielen (vgl. DRP a D 70673 I/46 a 2 6.7.1935 Reimer-Denz).

Siegel.

Unbefugte Verwendung ist strafbar und nicht zulässig.

000157

Bearbeiter:
Prüfer:

Tag:
Tag:

Erstellt für

Erstellt durch



FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
U. S. DEPARTMENT OF JUSTICE
WASHINGTON, D. C. 20535

Ventil mit Steuerschirm.

Bild 1 u. 2
XXXV - 6



Links: Nocken mit verkürzter Öffnungsdauer.
Rechts: Normalnocken.

Bild 1. Verwendete Nocken.

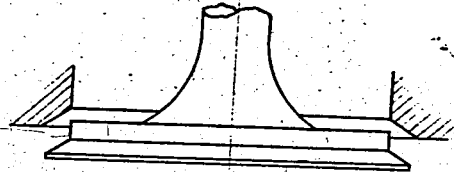


Bild 2. Ventil mit Steuerschirm.

000158

Bearbeiter:

Tag:

Erstellt für

Ersetzt durch

Prüfer:

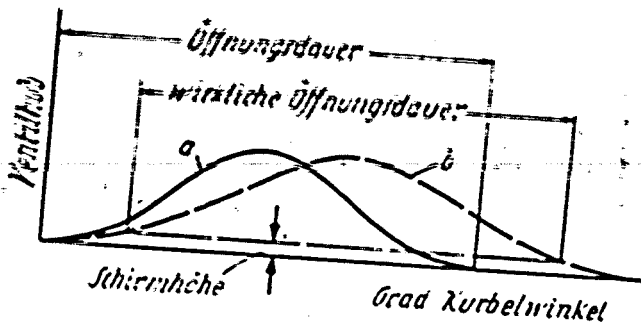
Tag:



Königliche Patentamt
 Reichspatentamt
 Berlin, Wilhelmstr. 110
 Reichspatentamt
 Berlin, Wilhelmstr. 110

Ventil mit Steuerschirm.

Bild 3 u. 4
 18. 10. 1917 - 6



- a: Erhebungskurve des Normalnockens.
- b: Erhebungskurve des Nockens mit vergrößertem Öffnungswinkel bei Verwendung eines Steuerschirms.

Bild 3. Darstellung der Erhebungskurven eines Normalnockens und eines solchen mit verlängerter Öffnungsdauer und grösserem Zeitquerschnitt. Die wirkliche Öffnungsdauer des Nockens b ist gleich der des Nockens a.

Umgekehrte Verwendung ist möglich und schadenlos

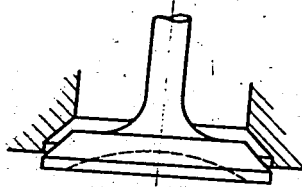


Bild 4. Ventil mit steuerndem Ventilteller.

000159

Beauftragter: Prüfer:	Tag: Tag:	Erstellt für:	Erstellt durch:
--------------------------	--------------	---------------	-----------------

A. Stammbetrieb Kraftfahrwesen.

I. Die Deutsche Kraftfahrtforschung im Kriege	1
II. Konstruktions- und Entwicklungsarbeiten	2
III. Chemische Untersuchungen	5
IV. Grundsätzliche Forschungsarbeiten	6
1) Triebwerk	7
a) Schaffung von Entwicklungsgrundlagen für den Dieselmotor	7
b) Verbrennungsmotor nach dem Verfahren von Gottlieb Daimler	8
c) Schaffung von Grundlagen für Vereinfachung der Einspritzung	9
d) Luftkühlung an Motoren	10
e) Weiterentwicklung von Meßgeräten	11
2) Fahrwerk	12
f) Kühlluftführung an Kraftfahrzeugen	12
g) Grundsätzliche Formfragen bodennaher Körper	12
h) Luftkraftmessungen an Motorrädern	13
i) Druckmessungen an Fahrzeugen	14
k) Roll- und Walkwiderstandsuntersuchungen	14
l) Seitenführungskräfte und Fahrlageeigenschaften	15
m) Grundlagen zur Steuerung der Anhänger-Druckluftbremse durch die Deichselkraft	17
n) Fahrverhalten von Einachsanhängern	18
o) Leichtbau eines Wagenkörpers	18
p) Geräuschuntersuchungen an geschlossenen Fahrzeugen	18
3) Kraft- und Schmierstoffe	19
q) Abhängigkeit des Zündverzugs von der chemischen Zusammensetzung bei Dieselmotorkraftstoffen	19
r) Motorische Abnutzung bei Verwendung synthetischer Kraftstoffe und deren Gemische	19
4) Bereifung	19
s) Untersuchungen über die Einwirkungen vom spezifischen Bodendruck auf den Reifenverschleiss	19
t) Entwicklung eines Temperaturmeßgerätes für Reifeninnentemperaturen	20

	Seite
V. Forschungsarbeiten für Sonderzwecke	21
VI. Berichtswesen, Vortragswesen und sonstige wissenschaftliche Tätigkeit	22
a) Forschungsberichte	22
b) Veröffentlichungen	23
c) Vorträge im Institut	25
d) Zusammenarbeit mit der Hochschule	25
e) Bücherei	25
VII. Ausbau	25
VIII. Stiftungen.	26

B. Abteilung Flugmotoren.

I. Allgemeines	29
II. Geleistete Arbeiten	29
1) Arbeiten der Konstruktionsgruppe	29
2) Forschungsarbeiten	29
a) Arbeiten der Schwingungsgruppe	29
b) Arbeiten der Motorengruppe	30
c) Arbeiten der Chemiegruppe	31
d) Arbeiten der Gruppe für Wälzlager	32
e) Arbeiten der Gruppe für elektrische Meßtechnik	33
f) Arbeiten der Gruppe Strömungsmaschinen	34
g) Arbeiten der Gruppe Höhenversuche	34
h) Arbeiten der Gruppe für Fahrwerkmechanik	34
3) Sonstige wissenschaftliche Tätigkeit	

10. Jahresbericht
des Forschungsinstituts für Kraftfahrwesen und
Fahrzeugmotoren an der Technischen Hochschule
Stuttgart
(1932/40)

A. Stambetrieb: Kraftfahrwesen.

I. Die Deutsche Kraftfahrtforschung im Kriege.

Die heutige Kriegsform, wie sie durch den Begriff "totaler Krieg" gekennzeichnet wird und die in den beiden verbündeten Staaten Deutschland und Italien ihre reinste Ausprägung gefunden hat, erfordert die Anrichtung aller Kräfte des Volkes auf das eine Ziel, den Gegner möglichst rasch und vernichtend zu schlagen. Auf die Forschung angewendet, bedeutet dies, dass die Grundlagenforschung gegenüber der Zweckforschung zurückzutreten hat. Bei der Zweckforschung treten wieder die Aufgaben in den Vordergrund, die unmittelbar der Stärkung der deutschen Wehrkraft dienen und bei denen schnelle Ergebnisse zu erwarten sind.

Wenn die Kriegsdauer beschränkt ist, hat die Zurückstellung der auf lange Sicht arbeitenden Forschung keine ins Gewicht fallenden nachteiligen Folgen. Die Anspannung aller Kräfte auf das eine Ziel trägt dazu bei, dass dieses Ziel schneller erreicht wird, womit sich anschliessend auch für die Grundlagenforschung neue und breitere Wege eröffnen. Ist dagegen mit einer längeren Kriegsdauer zu rechnen, so dürfen - neben den vordringlichen, kurzfristigen Forschungsarbeiten - die langfristigen keineswegs vernachlässigt werden. Denn die deutsche Wissenschaft soll nicht nur der Staatsführung helfen, einen kurzen Krieg zu gewinnen, sie soll auch die Fortschritte, die ein längerer Krieg erfordert, unterbauen und schliesslich das Rüstzeug schaffen, mit dem die gewaltigen Aufgaben des Friedens in Angriff genommen werden können. Der im Weltkrieg gemachte Fehler, den das deutsche Volk in der Nachkriegszeit durch Abgabe der technischen Führung im Automobilwesen an die

000163

Vereinigten Staaten von Amerika 1 1/2 Jahrzehnte lang schwer
blissen musste, darf nicht wiederholt werden.

Das deutsche Volk hat heute das Glück, eine Staats-
führung zu besitzen, die weitgesteckte Ziele verfolgt. Ent-
sprechend dieser Zielsetzung ist die langfristige Grundlagen-
forschung auf dem Gebiete der Kraftfahrt in dem uns aufge-
zwungenen Kriege zwar eingeschränkt, aber nicht ausgesetzt
worden. Verschiedene Arbeiten, die zu Beginn des Krieges
zurückgestellt worden waren, konnten wieder aufgenommen wor-
den. Dazu sind zahlreiche Sonderaufgaben im Auftrage von
behördlichen Stellen und Industriewerken hinzugekommen. Die
deutsche Kraftfahrtforschung ist damit in die Lage versetzt,
Erkenntnisse zu erarbeiten, deren Ausnutzung nach Beendigung
des Krieges dem deutschen Kraftfahrzeug einen wesentlichen
Vorsprung vor dem Auslande sichern kann.

II. Konstruktions- und Entwicklungsarbeiten.

Im 9. Jahresbericht wurde über zwei Versuchsfahrzeuge
berichtet, an denen die Gedanken des Institutsleiters zur
weitgehenden Herabsetzung der Fahrwiderstände und Verluste bei
gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit und Bequemlichkeit ihre
Verwirklichung gefunden haben. Während beim Bau des ersten
Fahrzeugs keine Rücksicht auf das sich ergebende Gewicht ge-
nommen werden konnte, fand beim zweiten Fahrzeug die im Flug-
zeugbau erprobte selbsttragende Schalenbauweise Anwendung.

Die von der Senkung der Fahrwiderstände - insbeson-
dere des Luftwiderstandes - erwartete Ersparnis im Kraftstoff-
verbrauch konnte in zahlreichen Versuchsfahrten nachgewiesen
werden. Bei gleichmässiger Schnellfahrt in der Ebene betrug
der Verbrauch nur etwa die Hälfte des Verbrauches üblicher
Fahrzeuge der gleichen Leistungsklasse. Auch bei der heute
zugelassenen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h sind die Er-
sparnisse noch gross. So verbrauchte das leichte viersitzige
Fahrzeug mit 1,7 l-Motor bei Fahrt in der Ebene mit zwei Mann
Besetzung bei 80 km/h nur 5,6 l. Gegenüber einem handels-
üblichen Wagen mit gleichstarkem Motor bedeutet das eine Er-
sparnis von über 40%. Verbrauchssenkungen in etwa gleicher

Größenordnung ergaben sich bei Vergleichsfahrten über längere Strecken unter wechselnden Fahrbedingungen. Gegenüber dem schweren Wagen wirken sich die Vorteile des Leichtbaues in der Hauptsache beim Beschleunigen und Bergsteigen aus.

Bei der Herstellung der beiden Versuchsfahrzeuge und bei den Versuchsfahrten ergaben sich neue Erkenntnisse, die in einem dritten Versuchsfahrzeug ihre praktische Verwirklichung finden sollen (vgl. IV o). Obwohl mit den beiden Fahrzeugen gezeigt werden konnte, dass technische Zweckmäßigkeit und Formschönheit sich durchaus vereinigen lassen, und obwohl der Geschmack der Allgemeinheit einem steten Wandel unterliegt und sich durch Vorbilder im Sinne des Fortschritts beeinflussen läßt, soll bei diesem Fahrzeug der Versuch unternommen werden, die als richtig erkannte strömungsgünstige Grundform möglichst ohne wesentliche Erhöhung des Luftwiderstands dem heutigen Geschmack der Allgemeinheit näher zu bringen. Auf eine wirksame architektonische Gliederung des Fahrzeugkörpers wird dabei besonderer Wert gelegt.

Mit dem zweiten Fahrzeug wurde bereits der Beweis geliefert, dass das Wagengewicht durch Schalenbau gesenkt werden kann. Stahlblech als Werkstoff für den Aufbau muss jedoch aus Gründen der Verarbeitung in der Werkstätte stärker genommen werden als für die Festigkeit notwendig ist. Der weitere Wagenkörper soll daher in Leichtmetall mit Wandstärken zwischen 1,0 und 1,5 mm unter Anwendung neuer Konstruktionselemente hergestellt werden.

In Verbindung mit einer strömungstechnisch richtig eingebauten Motor-Kühlanlage soll hierbei eine vervollkommnete Lüftung und Heizung des Fahrzeugs verwirklicht werden. Um den Leistungsaufwand für die Motorkühlung möglichst niedrig zu halten und die Wärmeabfuhr dem Wärmeanfall besser anpassen zu können, ist eine Regelung der Drehzahl des Kühlgebläses vorgesehen, wobei das Gebläse stillgesetzt wird, wenn der Fahrtwind für die Rückkühlung des Kühlwassers ausreicht. Dies wird in der Ebene bei Geschwindigkeiten über

50 km/h der Fall sein. Ist dagegen die Fahrgeschwindigkeit gering, die Belastung des Motors und damit die Wärmeabfuhrung aber hoch, wie z.B. auf Steigungen, so wird das Gebläse mit einer so hohen Drehzahl betrieben, dass das Gleichgewicht zwischen anfallender und abzuführender Wärmemenge gewahrt bleibt. Die Verwirklichung des Gleichgewichts in allen Fahrzuständen ist mit Hilfe eines stufenlosen Getriebes, z.B. eines Reibradgetriebes, möglich und soll ebenfalls geprüft werden.

Die Drehzahlregelung des Kühlgebläses wurde gewählt, nachdem auch die anderen Möglichkeiten der Regelung - Drosselung des Luftstroms, z.B. durch Klappen und Verstellen der Gebläseschaufeln - untersucht waren, sich aber als nicht so günstig erwiesen hatten.

Die Pläne sind im Laufe des Berichtsjahres konstruktiv ausgearbeitet worden.

Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei auch der Verbesserung der Federungseigenschaften durch Verwendung von Gummi und Luftfedern geschenkt, ferner der richtigen Verteilung des Fahrzeuggewichtes auf die beiden Achsen, der Herabsetzung der Reifenbeanspruchungen und des Roll- und Walkwiderstandes mit dem Mittel der Reifendruckregelung, einer strömungsgünstigen Ausgestaltung und Verbesserung der Fahrzeugbeleuchtung, einem geräumigen Gepäckraum und der Anordnung von Flaschen zur Verbesserung der Fahrstabilität.

Neben diesen Arbeiten, die der Weiterentwicklung des Personenkraftwagens für ein gegebenes Triebwerk gewidmet waren, wurde an den Problemen des luftgekühlten Triebwerks weiter gearbeitet (vgl. a IV d). Die an dem letzten luftgekühlten Motor - insbesondere an seinem Gebläse - auf dem Prüfstand und bei Fahrversuchen auf der Strasse erzielten Erkenntnisse wurden an einem weiteren Versuchsmotor verwertet. Ein in seiner Drehzahl regelbares Axialgebläse wurde konstruiert und in die Fertigung genommen. Obwohl der seitengesteuerte luftgekühlte Motor schon an sich viel einfacher ist als der wassergekühlte und sich deshalb in kürzerer Arbeitszeit herstellen lassen dürfte, sind weitere

000166

konstruktive Untersuchungen angestellt worden, um die Herstellung der Rippenkörper zu vereinfachen. Entwürfe für Vier- und Achtylinder-Motoren von 1,75 und 3,5 l Hubraum mit drehzahlregelmäßigem Axialgebläse geringer Leistungsaufnahme sind ausgearbeitet. In Einzylinderversuchen sollen Erfahrungen für die Fertigung dieser Motoren gesammelt werden.

Konstruktive Verbesserungen an den im Institut entwickelten Prüfstandanlagen, dem Kleinen und dem grossen Einzylinderprüfstand und dem Kraftstoffprüfmotor, haben es ermöglicht, die in Reihenfertigung gebauten Prüfstände an die Motoren- und Zubehörteileindustrie, die kraftstoffschaffende Industrie und die wissenschaftlichen Institute in grosser Zahl zu liefern.

III. Chemische Untersuchungen.

Das FKFS-Zündverzugsverfahren zur Prüfung von Kraftstoffen, das bereits im 9. Jahresbericht erwähnt ist, wurde weiter ausgebaut. Ursprünglich war es nur für Dieselkraftstoffe bestimmt. Da aber zwischen Zündwilligkeit und Klopfestigkeit ein gesetzmässiger Zusammenhang besteht, ist es möglich, aus der Messung des Zündverzugs auf die Oktanzahl eines Ottokraftstoffes zu schliessen, sofern der Zusammenhang zwischen der Cetanzahl als Mass der Zündwilligkeit und der Oktanzahl als Mass der Klopfestigkeit bekannt ist. Noch genauere Ergebnisse erhält man, wenn man den Prüfkraftstoff unmittelbar mit Gemischen aus Iso-Oktan und Normalheptan vergleicht. Damit ist das Verfahren geeignet, als Grundlage für die einheitliche Prüfung sowohl von Diesel-, als auch von Ottokraftstoffen zu dienen.

Der Zusammenhang zwischen Cetan- und Oktanzahl wurde am FKFS-Kraftstoff-Prüfmotor mit Hilfe reiner Kohlenwasserstoffe geklärt. Die am FKFS-Prüfmotor ermittelten Oktanzahlen stimmen mit den am IG-Prüfmotor erhaltenen überein, sofern die zu untersuchenden Kraftstoffe in ihrer Klopfestigkeit im Bereich von 50 bis 100 Einheiten der Oktanzahl liegen. Ottokraftstoffe mit einer kleineren Oktanzahl als 50 werden am IG-Prüfmotor günstiger bewertet als am FKFS-Prüf-

konstruktive Untersuchungen angestellt worden, um die Herstellung der Rippenkörper zu vereinfachen. Entwürfe für Vier- und Achtylinder-Motoren von 1,75 und 3,5 l Hubraum mit drehzahlgeregelten Axialgebläse geringer Leistungsaufnahme sind ausgearbeitet. In Einzylinderversuchen sollen Erfahrungen für die Fertigung dieser Motoren gesammelt werden.

Konstruktive Verbesserungen an den im Institut entwickelten Prüfstandanlagen, dem kleinen und dem grossen Einzylinderprüfstand und dem Kraftstoffprüfmotor, haben es ermöglicht, die in Reihenfertigung gebauten Prüfstände an die Motoren- und Zubehörteileindustrie, die kraftstoffschaffende Industrie und die wissenschaftlichen Institute in grosser Zahl zu liefern.

III. Chemische Untersuchungen.

Das FKPS-Zündverzugsverfahren zur Prüfung von Kraftstoffen, das bereits im 9. Jahresbericht erwähnt ist, wurde weiter ausgebaut. Ursprünglich war es nur für Dieselmotoren bestimmt. Da aber zwischen Zündwilligkeit und Klopfbarkeit ein gesetzmässiger Zusammenhang besteht, ist es möglich, aus der Messung des Zündverzugs auf die Oktanzahl eines Ottokraftstoffes zu schliessen, sofern der Zusammenhang zwischen der Cetanzahl als Mass der Zündwilligkeit und der Oktanzahl als Mass der Klopfbarkeit bekannt ist. Noch genauere Ergebnisse erhält man, wenn man den Prüfkraftstoff unmittelbar mit Gemischen aus Iso-Oktan und Normalheptan vergleicht. Damit ist das Verfahren geeignet, als Grundlage für die einheitliche Prüfung sowohl von Diesel-, als auch von Ottokraftstoffen zu dienen.

Der Zusammenhang zwischen Cetan- und Oktanzahl wurde am FKPS-Kraftstoff-Prüfmotor mit Hilfe reiner Kohlenwasserstoffe geklärt. Die am FKPS-Prüfmotor ermittelten Oktanzahlen stimmen mit den am IG-Prüfmotor erhaltenen überein, sofern die zu untersuchenden Kraftstoffe in ihrer Klopfbarkeit im Bereich von 50 bis 100 Einheiten der Oktanzahl liegen. Ottokraftstoffe mit einer kleineren Oktanzahl als 50 werden am IG-Prüfmotor günstiger bewertet als am FKPS-Prüf-

000167

motor. Der Grund dürfte in der Eigenart des Springetabindikators zu suchen sein, der bei den Messungen am JO-Motor als Klopfanzeiger dient.

Die an Quarzglasfenster des VAP-Motors sich ablagernde Rußschicht, die bei größeren Versuchsreihen die Meßgenauigkeit beeinträchtigt, bzw. eine häufige Neuaufnahme der Eichkurve mit dem Vergleichsgemisch erfordert, läßt sich nach neueren Erkenntnissen durch kurze Zwischenläufe unter Zusatz von Sauerstoff wegbrennen. Ein Bericht über diese Untersuchungen ist in Vorbereitung.

Neben diesen Arbeiten wurden laufend Prüfungen an Kraft- und Schmierstoffen für den Versuchsbetrieb und im Auftrage von Industriewerken durchgeführt.

IV. Grundsätzliche Forschungsarbeiten.

Die folgenden Aufgaben, über die zum Teil schon vorweg berichtet wurde, sind im Auftrag und mit Unterstützung des Herrn Reichsverkehrsministers bearbeitet worden.

Mit Beginn des Krieges wurde ein Teil davon eingestellt und nur die besonders gekennzeichneten Aufgaben weitergeführt.

1.) Triebwerk.

- a) Schaffung von Entwicklungsgrundlagen für den Dieselmotor
- b) Verbrennungsmotor nach dem Verfahren von Gottlieb Daimler
- c) Schaffung von Grundlagen für Vereinfachung der Einspritzung
- d) Luftkühlung an Motoren
- e) Weiterentwicklung von Meßgeräten

2.) Fahrwerk.

- f) Kühlluftführung an Kraftfahrzeugen
- g) Grundsätzliche Formfragen bodennaher Körper
- h) Luftkraftmessungen an Motorrädern
- i) Druckmessungen an Fahrzeugen

- k) Roll- und Walkwiderstandsuntersuchungen
- l) Seitenführungskräfte für Fahrlageeigenschaften
- m) Grundlagen zur Steuerung der Anhänger-Druckluftbremse durch Weichselkraft
- n) Fahrverhalten von Einachsanhängern
- o) Leichtbau eines Wagenkörpers
- p) Geräuschuntersuchungen an geschlossenen Fahrzeugen

3.) Kraft- und Schmierstoffe.

- q) Abhängigkeit des Zündverzugs von der chemischen Zusammensetzung bei Dieselmotorkraftstoffen
- r) Motorische Abnutzung bei Verwendung synthetischer Kraftstoffe und deren Gemische

4.) Bereifung.

- s) Untersuchungen über die Einwirkungen vom spezifischen Bodendruck auf den Reifenverschleiß
- t) Entwicklung eines Temperaturmessgerätes für Reifeninnentemperaturen.

1.) Triebwerk.

- a) Schaffung von Entwicklungsgrundlagen für den Dieselmotor.

Nachdem die Versuche an seitengesteuerten Dieselmotor erwiesen hatten, dass diese Bauart bei geeigneter Gestaltung einen Vergleich mit dem kopfgesteuerten Dieselmotor sowohl in Bezug auf Hubraumleistung, als auch in Bezug auf Kraftstoffverbrauch aushält, werden die Entwicklungsarbeiten vorerst als abgeschlossen angesehen.

Die weiteren Arbeiten am Dieselmotor galten in Fortführung der früheren Untersuchungen dem Zündverzug und der Möglichkeit seiner Beeinflussung von der motorischen Seite. Sie ergänzen damit die Arbeiten über die Abhängigkeit des Zündverzugs von der chemischen Zusammensetzung des Kraftstoffs, die an anderer Stelle behandelt werden (vgl. III und IV 9).

Die zur Erfassung des Zündbeginns in Frage kommenden Meßverfahren (Ionisationsstrecke, Photozelle, Druckmesser)

wurden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Messgenauigkeit geklärt. Die einzelnen Messverfahren arbeiten unter gewissen Voraussetzungen praktisch mit der gleichen Genauigkeit, sie sind jedoch verschieden empfindlich auf die Lage der Meßzelle. Die Ionisationsstrecke, die punktförmig mißt, muß unbedingt am Zündherd angesetzt werden. Bei der Photoselle braucht nur der durch das Quarzfenster gegebene Aufnahmekegel auf den Zündherd gerichtet zu sein. Die Druckmessung ist weitgehend unabhängig von der Meßzelle, sofern die Brennräummessungen nicht zu gross sind und keine Drosselstellen im Brennräum vorhanden sind.

Der Zündvorzug wird im wesentlichen durch die Temperatur der Verbrennungsluft, in geringeren Maße durch ihren Druck bestimmt. Demnach beeinflusst die Verdichtung den Zündvorzug am stärksten, weitere Einflüsse sind die Drehzahl und die Temperatur der Ansaugluft. Die einzelnen Verbrennungsverfahren zeigen unter sonst gleichen motorischen Bedingungen geringere Unterschiede im Zündvorzug, als üblicherweise angenommen wird. Bei handelsüblichen Kraftstoffen liegen diese Unterschiede im allgemeinen innerhalb der Genauigkeit des Messverfahrens, Kraftstoffe geringerer Zündwilligkeit weisen grössere Unterschiede auf, wobei dann die unmittelbare Einspritzung immer den grössten Zündvorzug ergibt. Durch Zusätze schon verbrannter oder inerte Gase kann der Zündvorzug beträchtlich vergrössert werden, während bei einem Zusatz von Sauerstoff bis zu einem Anteil von 50 % eine wesentliche Verkürzung des Zündverzugs eintritt. Ein zusammenfassender Bericht ist vorbereitet.

b) Verbrennungsmotor nach dem Verfahren von Gottlieb Daimler.

Der bereits von Gottlieb Daimler vorgeschlagene gemischverdichtende selbstzündende Motor würde, wie schon im letzten Jahresbericht erwähnt, infolge der Vermeidung von Zünd- bzw. Einspritz-Vorrichtungen eine wesentliche bauliche Vereinfachung und damit Verbilligung des Motors bedeuten. Die ersten Untersuchungen über die Möglichkeit eines Betriebes mit Selbstzündung zeigten, dass bestimmte

Eigenschaften des Kraftstoffes - insbesondere hinsichtlich Zündneigung bzw. Klopfestigkeit und Siedeverhalten - für den Selbstzündungsbetrieb erforderlich sind.

Die weiteren Arbeiten erstreckten sich auf Untersuchung des Verbrennungsverlaufs, der Leistungen, der Verbrauchswerte und der Betriebsverhältnisse bei Selbstzündung für verschiedene Kraftstoffe und Mischungen, ferner auf den Einfluss des Verbrennungsraumes und der Verdichtung. Längerer Betrieb mit Selbstzündung ist ohne weiteres möglich, ebenso ein Anfahren des kalten Motors ohne Kerzenzündung, Schwierigkeiten bereitet jedoch noch die Verhütung übermäßiger Drucksteigerung. Ueber die bisherigen Erkenntnisse wird in Kürze berichtet.

Die weitere Betreuung der Versuche wurde im Laufe des Arbeitsjahres vom Reichsamt für Wirtschaftsausbau übernommen.

c) Schaffung von Grundlagen für Vereinfachung der Einspritzung.

Das in seinen Einzelteilen erprobte Speichereinspritzsystem des Instituts besteht aus einer Membranspeicherpumpe und einem mechanischen Verteiler, der den Kraftstoff zeitlich und mengenmäßig den einzelnen Zylindern des Motors zufließt. Die konstruktive Einfachheit von Membranpumpe und Verteiler ergibt in dieser Zusammenstellung eine billige Einspritzvorrichtung.

Nach weiterer Verbesserung von Pumpe und Verteiler wurden beide in geeigneter Weise zusammengebaut und die Gesamtwirkung erprobt. Das erste Ziel war, eine gleichmäßige Verteilung des Kraftstoffes auf sämtliche Düsen zu erreichen. Die Zerstäubung, Strahlabbildung und Einspritzdauer wurden bei den ersten Versuchen ausser Betracht gelassen.

Durch verschiedene Ausgestaltungen der Speicher wurde versucht, die bei einem Förderstoß der Pumpe auftretenden Ungleichmäßigkeiten im Druck- und Mengenverhältnis so auszugleichen, dass die von Verteiler gesteuerten Entnahmestellen jeweils die gleiche Kraftstoffmenge bekommen. Da aber Druckwelle und Förderwelle sich bei jeder Drehzahl und bei jeder Durchflussmenge in anderer Form überschneiden, erhält

man - wie die Versuche erwiesen haben - bei einem bestimmten Aufbau von Pumpe und Speicher eine gleichmäßige Verteilung nur bei einer bestimmten Drehzahl und einer bestimmten Mengeneinstellung. Ein Speichersystem, bei dem auf vier und mehr Entnahmen nur ein Förderstößel der Pumpe zur Verfügung steht, bietet somit für die gleichmäßige Einspritzung von Kraftstoffen in einen Kraftwagenmotor erhebliche Schwierigkeiten.

Es ist deshalb notwendig, die Zahl der Förderstöße, bezogen auf die Entnahme, zu erhöhen. Das ist auch möglich durch Vermehren der Pumpeneinheiten und durch Erhöhen der Pumpendrehzahl. Diese Möglichkeiten werden untersucht.

d) Luftkühlung an Motoren.

Da der Wärmeübergang von der Motorwand an die Luft wesentlich schlechter ist als der an Wasser, muss auf die Durchbildung des Kühlgebläses und der Kühlluftführung besondere Sorgfalt verwendet werden.

Die Berechnung eines Kühlgebläses setzt die Kenntnis der erforderlichen Luftmenge und des von dem Gebläse zu erzeugenden Gesamtdruckes voraus. Die Kühlluftmenge lässt sich rechnerisch hinreichend genau vorausbestimmen, während die erforderliche Druckerhöhung weitgehend von der Gestaltung der Kühlluftführung, dem konstruktiven Aufbau des jeweiligen Motors und der Druckverteilung am Kühlluftein- und -austritt abhängt. Hierdurch wird die Drosselung, das Verhältnis zwischen Liefermenge und Gesamtdruckerhöhung, bestimmt. Da bei einem Motor- oder Fahrzeug-Neuentwurf die erforderliche Druckerhöhung des Gebläses in der Regel nicht vorgegeben ist, wurden für einen luftgekühlten Motor drei Gebläse mit drei verschiedenen Blattausführungen berechnet, gebaut und untersucht. Die erreichten Druckzahlen - also die Verhältniszahlen des Gesamtdruckes zum Staudruck der Spitzenumfangsgeschwindigkeit - betragen 0,38 bis 0,45 bei Gebläsewirkungsgraden von 80 bis 85%.

Nach Abschluss der Arbeiten am Gebläseprüfstand wurde ein Gebläse in Fahrzeug an einem Versuchsmotor eingebaut, der auf Grund der Erkenntnisse an den früheren Ver-

sachmotoren, einen Einzylinder- und einen Sechszylinder-
motor, gebaut war. Der Motor konnte bei seiner Erprobung
auf dem Prüfstand für brauchbare Betriebswerte entwickelt
werden.

Die Hubraumbleistung beträgt an der Kupplung 21 PS/L,
sie liegt also trotz des Leistungsbedarfes für den Antrieb
des Gebläses fast so hoch wie beim ersten Versuchsmotor
mit fremdangetriebenen Gebläse (vgl. 2. Jahresbericht S.9).
Auch der Mindestverbrauch liegt mit 200 bis 300 g/PSu in
der gleichen Höhe. Der Leistungsaufwand für die Kühlung
ist im kühlungslosig ungünstigen Fall, bei Höchstlei-
stung niedriger als bei den heutigen Fahrzeugmotoren, aber
mit 8% der Motorleistung noch zu gross. Dies ist im wesent-
lichen darauf zurückzuführen, dass das Triebwerk von einem
wassergekühlten Motor übernommen werden musste und daher
die Querschnitte der Luftführung nicht in ausreichender
Grösse ausgebildet werden konnten. Das Gebläsegeräusch ist
im Gebiet höchster Drehzahlen noch stark, weshalb ein Ge-
bläse mit grösserer Druckzahl und damit langsamer laufendem
Rad in Bau genommen wurde.

Bei der Fahrerprobung des Motors in einem 2,5ℓ -
Adler-Wagen ergaben sich bis jetzt nach rd. 6000 km Fahrt
auch im Gebirge keinerlei Schwierigkeiten. Berichte über
die bisher vorliegenden Ergebnisse sind in Vorbereitung.

e) Weiterentwicklung von Meßgeräten.

Die Messeinrichtungen wurden durch weitgehenden
Einsatz kleiner Kathodenstrahl-Oszillographen - die bekannt-
lich eine trägheitsfreie Wiedergabe schnell verlaufender
Vorgänge ermöglichen - am Prüfstand verbessert. Die Mess-
verstärker wurden dem gleichzeitigen Anschluss an Oszil-
lograph und Kabel angepasst. Zum Betrieb von Oszillographen-
schleifen hoher Eigenschwingungszahl wurde eine Endstufe
grosser Ausgangsleistung (± 80 mA) gebaut.

Die Indiziereinrichtungen zur Aufnahme des Druck-
verlaufes im Motor konnten durch den Bau von Sonderbauarten
der Geber erweitert und insbesondere der Verwendung am
Dieselmotor besser angepasst werden.

2. Fahrwerk.

f) Kühlluftführung an Kraftfahrzeugen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Heft 45 der Deutschen Kraftfahrtforschung unter dem Titel "Der Leistungsbedarf zur Kühlung des Fahrzeugmotors und seine Verminderung" wiedergegeben.

g) Grundsätzliche Vorafragen bodennaher Körper.

Die grundsätzlichen Untersuchungen, die mit einem Stromlinienkörper nach Art eines Tragflügels begonnen worden waren, konnten wegen vordringlicher anderer Arbeiten nicht weitergeführt werden; ihre Fortsetzung im neuen Versuchsjahr ist vorgesehen.

Grundlegende Erkenntnisse brachten dagegen die Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen der Fahrzeugform und dem Verhalten des Fahrzeugs unter dem Einfluss eines schräg von der Seite kommenden Luftstroms, wie er als Folge des Zusammenwirkens von Fahrtwind und Seitenwind in der Wirklichkeit fast immer auftritt. Zerlegt man die gesamte Luftkraft in eine in Fahrzeug-Längsachse und eine senkrecht dazu wirkende Teilkraft, so übt die seitliche Teilkraft ein Moment um den zwischen den Achsen liegenden Schwerpunkt des Fahrzeugs aus, falls nicht gerade ihr Angriffspunkt mit dem Schwerpunkt zusammenfällt.

Die Messungen an Fahrzeugmodellen verschiedener Formen haben nun gezeigt, dass die Lage des Angriffspunktes wesentlich von der Fahrzeugform abhängt. Bei allen heute gebräuchlichen Kraftwagen liegt der Angriffspunkt der seitlichen Luftkraftkomponente vor dem Schwerpunkt und zwar rückt er um so weiter nach vorn, je mehr der Fahrzeugkörper in seinem Längsriß der sog. "Stromlinienform" mit abfallendem Heck angenähert ist. Diese Fahrzeuge erfahren daher - wie schon im letzten Jahresbericht erwähnt - bei Schnellfahrt ein nicht zu vernachlässigendes Luftkraftmoment, das sie aus der Fahrtrichtung abzuweichen versucht. Der Fahrer muss dieses Moment durch Gegenlenken ausgleichen, was bei plötzlich auftretenden Seitenwindböen und hoher Fahrgeschwindigkeit

nicht immer möglich sein wird. Manche bisher ungeklärten Unfälle finden damit - im Zusammenhang mit den unter 1) behandelten Forschungsergebnissen über die zwischen Rad und Fahrbahn wirkenden Kräfte - ihre Erklärung.

Strömungsuntersuchungen mittels einseitig angeklebter Wollfäden und Druckverteilungsmessungen zeigten, dass das an den verschiedenen Fahrzeugformen auftretende Kräfte-spiel, das die Größe des Luftkraftmoments bestimmt, von der Art der Umströmung des Wagenkörpers abhängt. Strömungsgünstige Fahrzeuge mit abfallenden Heck werden von dem aus Fahrt- und Seitenwind zusammengesetzten Wind so umströmt, dass sich am Bug an der Abwindseite, am Heck dagegen an der dem Wind zugekehrten Seite starke Unterdruckgebiete ausbilden. Die den Druckunterschieden entsprechenden Kräfte addieren sich also in ihrer abdrehenden Wirkung auf das Fahrzeug. Demgegenüber weisen strömungsgünstige Fahrzeuge mit dem völligen K-Heck und auch strömungsunünstige Fahrzeuge mit kastenartigem Heck wesentlich geringere Unterschiede in der Druckverteilung bei Schräganströmung auf.

Das abdrehende Luftkraftmoment kann bekanntlich durch Anbringen von Leitflächen am Heck vermindert werden. Nach den Untersuchungen ist aber eine derartige Verbesserung nur dann möglich, wenn Leitflächen und Fahrzeugform sorgfältig aufeinander abgestimmt sind. Durch Anwendung eines im Institut in umfangreichen Messungen entwickelten Spaltflossenpaares an einem strömungsgünstigen Versuchsfahrzeug mit K-Heck konnte das die Richtungshaltung erschwerende Luftkraftmoment ohne Erhöhung des Luftwiderstandes voll ausgeglichen werden, was durch Fahrversuche bestätigt wurde. Die Wirkungsweise der Spaltflosse ist hierbei ähnlich der des aus der Luftfahrt bekannten Spaltflügels nach Lachmann und Handley Page. Die durch den Spalt strömende Luft beschleunigt die Grenzschicht an der Innenseite der Spaltflossen und vermindert so deren Neigung zur Ablösung. Ein abschließender Bericht über die Untersuchungen ist in Vorbereitung.

h) Luftkraftmessungen an Motorrädern.

Untersuchungen an zwei im Maßstab 1:2,5 hergestellten Krafttradmodellen konnten wegen anderweitiger starker Inanspruchnahme nicht durchgeführt werden.

000175

1) Druckmessungen an Fahrzeugen.

In dem mit 120 Druckmessstellen versehenen 2,5 l-Adler-Wagen, der von den Adlerwerken, Frankfurt a.M., zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt worden war, wurde ein Vielfachmanometer mit 30 Messstellen zur Aufnahme der Druckverteilung am Wagenkörper eingebaut. Das Vielfachmanometer, das einen Meßbereich von ± 150 mm WS hat, wurde nach Angaben der aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen besonders für Messungen am wirklichen Fahrzeug gebaut. Nach Beseitigung anfänglicher Schwierigkeiten, wie starker Schwankungen der Alkoholmenisken während der Fahrt, durch gummi gedämpfte Aufhängung des Meßgerätes und nach Aenderung der Beleuchtungseinrichtung für die Lichtbildaufnahmen wurde mit den Druckverteilungsmessungen begonnen.

Die Versuche ergaben für die Längsmittelobene des Fahrzeugs eine Druckverteilung, die verhältnismässig gut mit den Druckverteilungsmessungen am Modell übereinstimmt.

Die weiter geplanten Untersuchungen am wirklichen Fahrzeug, wie Ermittlung der Druckverteilung unter der Motorhaube, Klärung des Strömungsverlaufs in seitlich offenen und abgedeckten Radkästen, des Einflusses starker Seitenwinde usw. mussten vorläufig zurückgestellt werden.

k) Roll- und Walkwiderstandsuntersuchungen.

Die Bedingungen beim Messen des Rollwiderstandes der Reifen auf dem Trommelprüfstand weichen von den Bedingungen beim Fahren auf der Strasse ab, weil die Trommel-Laufbahn gekrümmt ist und ihr Oberflächenzustand sich nicht genau der Strassenoberfläche angleichen lässt. Zum Vergleich der auf der Trommel gemessenen Rollwiderstandsbeiwerte mit den auf der Strasse sich einstellenden Werten wurde ein Schlepprad entwickelt, in ein Fahrzeug eingebaut und damit Strassenversuche angestellt. Die Messung des Rollwiderstandes auf der Strasse bereitete - wie schon früher erwähnt - Schwierigkeiten, da bei der Aufnahme der Schleppkräfte Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte mit aufgezeichnet wurden, die sich nicht ganz ausscheiden liessen. Die von der

Strasse auf das Meserad übertragenen Stöße wirkten sich zudem auch bei sehr ebenen Strassen störend auf den Aufschrieb der verhältnismässig kleinen Schleppkräfte aus. Die Messrichtung wirkte dabei wie ein Bodenunartenheitschreiber. Die Ergebnisse liessen trotzdem erkennen, dass der auf ebener Autobahn sich einstellende Rollwiderstand rd. 10 bis 17 % niedriger ist als der auf einer Trotnel gemessene Wert. Auch der Anstieg des Rollwiderstandes mit der Fahrgeschwindigkeit ist auf der Strasse etwas flacher.

Die Einrichtung zur Reifendruckregelung, mit deren Hilfe der Reifeninnendruck zur Verringerung des Rollwiderstandes und des Reifenverschleisses und zur Erhöhung der Fahrstabilität während der Fahrt verändert und den Strassenverhältnissen angepasst werden kann, wurde weiter entwickelt und zu hoher Betriebssicherheit gebracht.

Der Reifenprüfstand mit ebener Laufbahn wurde weiterentwickelt und die Pressluftschmierung vervollkommenet.

1) Seitenführungskräfte und Fahrlageeigenschaften.

Die Fahrtrichtungshaltung des schnellfahrenden Kraftwagens wird durch Bodenführungs- und Luftangriffskräfte, die Momente um den Schwerpunkt hervorrufen, sowie durch Massenkräfte bestimmt. Solange diese Kräfte und Momente sich das Gleichgewicht halten, behält das Fahrzeug seine Fahrtrichtung bei.

Die von der Berührung mit dem Boden herrührenden Kräfte können während der Fahrt durch Lenkung verändert und zum Ausgleich mit den bei einem gegebenen Kraftfahrzeug unbeflussbaren Luftkräften gebracht werden (vgl. g). Je weniger aber die Bodenkräfte durch Lenkung beeinflusst zu werden brauchen, desto sicherer wird die Fahrt des Kraftwagens. Das Ziel ist der Bau fahrtrichtungsstabiler Kraftfahrzeuge, die bei den auftretenden oft sich plötzlich ändernden Luftkräften auch ohne Lenkeingriff die Fahrbahn nicht verlassen.

Die bisherigen Untersuchungen der Bodenkräfte und Momente um die Schwerpunkthochachse haben ergeben, dass das vorderlastige Fahrzeug mit nicht eingeschlagenen Vorderrädern