

Fuel Eng-11

T-373
Translated

I.G. FARBEINDUSTRIE A.G. LUDWIGSHAFEN AM RHEIN, HOCHDRUCKVERSUCHS

8. Juli 1941 Pa/K1

Chemisch-physikalische Erfassung des Überladeverhaltens
von Treibstoffen

Nach einem Vortrag von Dozent Dr. Hans Fromherz bei der DVL.

Der Inhalt des Vortrages stellt eine kurze Übersicht über zwei Arbeitsrichtungen der I.G. Ludwigshafen, Hochdruckversuche, dar.

1. Zur theoretischen Deutung von Klopfgrenskurven.¹⁾

Das Ziel war, die inneren Zusammenhänge, die die Lage, Form und Temperatur-Abhängigkeit der Klopfgrenskurven verschiedener Kraftstoffarten bedingt, theoretisch verstehen zu lernen.

Um den charakteristischen Verlauf der Klopfgrenskurven theoretisch zu erklären, wurde von der bekannten Vorstellung ausgegangen, daß für das Eintreten des Klopfens die höchste im unverbrannten Teil der Zylinderladung erreichte Temperatur verantwortlich ist. Diese ändert sich bei Änderung der Ladelufttemperatur und der Luftüberschußzahl λ in einer Weise, die sich aus der Kompressions- und Verbrennungsendtemperatur berechnen läßt. Bei der Aufnahme der Klopfgrenskurven wird die Änderung der Maximaltemperatur in Abhängigkeit von λ durch eine entsprechende Ladedruckänderung so kompensiert, daß gerade wieder Klopfen einsetzt. Kennt man nun die Temperatur- und Druckabhängigkeit der hierfür maßgebenden chemischen Reaktionen, so kann man auf Grund dieser Überlegung Klopfgrenskurven berechnen. In dieser Weise wurden aus der Temperatur- und Druckabhängigkeit der Selbstzündungsreaktion für zwei in ihrem motorischen Verhalten stark verschiedene Kohlenwasserstoffe, Isooktan und Benzol, in Abhängigkeit von der Luftüberschußzahl λ Klopfgrenskurven für verschiedene Ladelufttemperaturen berechnet. Die berechneten Kurven zeigen eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten.

1) Gemeinsam mit Dr. v. Muffling und Dr. Nonnenmacher

- 1.) Beim Benzol verlaufen die Klopfgrenskurven wesentlich steiler als beim Isooktan.
- 2.) Bei Erhöhung der Ladelufttemperatur nehmen die Ladedrucke beim Benzol stärker ab als beim Isooktan.
- 3.) Das Minimum der Klopfgrenskurven liegt bei einer Ladelufttemperatur von 80°C in der Umgebung von $\lambda = 1,1$ und zwar bei Isooktan bei höheren λ -Werten als bei Benzol. Es verschiebt sich bei Erhöhung der Ladelufttemperatur bei Benzol nach kleineren λ -Werten, bei Isooktan ist eine schwache Verschiebung nach höheren λ -Werten zu erkennen.
- 4.) Die Klopfgrenskurven verlaufen allgemein bei Erhöhung der Ladelufttemperatur steiler, d.h. die Grenzdrucke verschieben sich im Luftüberschußgebiet stärker als im fetten Gebiet.

Darnach stimmt also der charakteristische Verlauf der berechneten Kurven mit den experimentellen Kurven weitgehend überein. Obgleich zur Gewinnung eines ersten Einblicks bei der Berechnung verschiedene vereinfachende Annahmen gemacht wurden, weist die Übereinstimmung doch darauf hin, daß die zugrundegelegte Theorie die wirklichen Verhältnisse annähernd richtig beschreibt. Demnach lassen sich die charakteristischen Eigenschaften der Klopfgrenskurven chemisch verschiedener Kraftstoffe in ihrer Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis Kraftstoff-Luft und von der Ladelufttemperatur, in erster Näherung allein aus dem Verlauf der Temperatur im Kraftstoff-Luftgemisch bei der Kompression und Verbrennung ableiten, ohne besondere Zusatzannahme über unterschiedliche Reaktionsmechanismen der einzelnen Kraftstoffe. Mit diesen Vorstellungen lassen sich auch die Unterschiede der Klopfgrenskurven mit veränderlicher und konstanter Zündung und die Klopfgrenskurven mit großer Ventilüberschneidung verstehen.

II. Berechnung der Klopfgrenzkurven von Treibstoffen
aus der Oktanzahl des Restbenzins und aus dem
Aromatengehalt (und Naphthengehalt).

Aus Abschnitt I geht die Möglichkeit hervor, die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten der Klopfgrenzkurven durch reine Temperaturbetrachtungen ohne Annahme spezieller Reaktionsmechanismen zu erklären. Dies legt nahe, das Überladerverhalten von Treibstoffgemischen additiv aus dem Verhalten der einzelnen Komponenten mittels einer Mischungsregel zu berechnen. Dies läßt sich in der Tat mit einer Genauigkeit von ± 1 at in p_{me} für das Maximum und für das Minimum der Klopfgrenzkurven durchführen.

Die allgemeine Regel dieser Berechnung lassen sich in folgendem zusammenfassen:

1.) Die Maxima und Minima der Klopfgrenzkurven, insbesondere von Aromatentreibstoffen setzen sich in erster Näherung additiv nach der Mischungsregel zusammen aus einer Einheitsklopfgrenzkurve für Aromaten und der Klopfgrenzkurve des Restbenzins (gegebenenfalls des Restbenzins einschl. Isooktan).

2.) Die Maxima und Minima der Klopfgrenzkurven des Restbenzins geht mit einer Motoroktanzahl parallel nach einer durch eine Kurve gegebene empirische Beziehung.

Diese allgemeine Regeln lassen feinere Einflüsse wie die Wirkung des Naphthengehaltes im Restbenzin oder das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Aromaten unberücksichtigt.

Einfluss des Naphthengehaltes. Ersetzt man in einem Benzin (bzw. Restbenzin) einen gewissen Prozentsatz des darin enthaltenen Naphthens durch den gleichen Prozentsatz an paraffinischen Benzin mit einer dem herausgenommenen Naphthen gleichen Oktanzahl (Motormethode), so ändert sich an der Klopfgrenzkurve folgendes:

- a) das p_{me} (Min.) (bei $\lambda = 1,2$) ändert sich in erster Näherung nicht.
- b) das p_{me} (Max.) (bei $\lambda = 0,8$) wird für je 10 Vol.% herausgenommen und durch paraffinisches Benzin der gleichen Oktanzahl ersetzt Naphthens näherungsweise um 0,65 at erniedrigt.

Unterschiedliches Verhalten der Aromaten.

Ein sorgfältiger Vergleich einer sehr großen Anzahl entsprechender Klopfgrenskurven zeigte, daß gewisse höher als Toluol siedende Aromaten ein besseres Überladerverhalten als niedere Aromaten haben.

Eine eingehende Untersuchung ließ erkennen, daß Aromaten, die Seitenketten mit mindestens 2 C-Atomen in der Kette besitzen, ein besonders günstiges Überladerverhalten aufweisen. Bekanntlich ist die C-C-Bindung zwischen dem ersten und zweiten C-Atom der Seitenkette am schwächsten. Das Vorhandensein einer derartig schwachen Stelle wirkt sich offenbar, ähnlich wie bei den Olefinen, die Doppelbindung für das Klopf- und Überladerverhalten günstig aus.

Das oben auseinandergesetzte Verfahren zur angenäherten Vor-
ausberechnung von Klopfgrenskurven aus Aromatengehalt und Oktanzahl des Restbenzins kann auch mit Erfolg benutzt werden, um die praktisch sehr wichtige Frage quantitativ zu beantworten, in welcher Menge man geeignete Stoffe (von Isooktan, Alkylloktan, Alkoholbenzin, Leichtbenzin oder Aromaten) zu einem gegebenen Benzin zugeben muß, um es auf O_3 oder C-Qualität zu bringen.

Es möge zum Schluß noch besonders betont werden, daß es sich bei dieser Ausführung um erste, noch keineswegs fest fundierte Ansätze handelt, die mehr den Charakter von Arbeitshypothesen haben.

Trotzdem stellen sie für uns jetzt im Kriege eine wertvolle Hilfe dar, wo es heißt, bei plötzlich auftretenden kriegswichtigen Fragen schnell eine Übersicht zu gewinnen und schnell zu entscheiden und zu handeln, ohne daß die Möglichkeit besteht, noch langwierige Untersuchungen anzustellen.

gez. Frommherz

Anhang zu Abschnitt II 1) und 2)

Rechenbeispiel für die angenäherte Vorausberechnung von P_{me} (max) und P_{me} (min) in der Überladekurve des DVI-Grundverfahrens.

Das Benzin enthält 40 % Aromaten
 40 % Restbenzin (O.Z. 74)
 20 % ET 100 (O.Z. 100).

Die Oktanzahl des Gesamt-Restbenzins (Restbenzin + ET 100) berechnet sich nach der Mischregel zu

$$\frac{40 \times 74 + 20 \times 100}{40 + 20} = 82,6$$

Die Kurvenbeziehung (vergl. beiliegende Figur) ergibt für das Restbenzin mit der Oktanzahl 82,6 für P_{me} (max) ($\lambda = 0,8$) 16,1 atm; für P_{me} (min) ($\lambda = 1,2$) 10,7 atm. Für die Aromaten werden stets als Einheitswerte P_{me} (max) = 32 und P_{me} (min) = 13,5 atm eingesetzt. Die Additionsregel ergibt für die P_{me} des Benzins im Maximum und im Minimum

$$\frac{40 \times 32 + 60 \times 16,1}{100} = 22,6 \text{ atm und } \frac{40 \times 13,5 + 60 \times 10,7}{100} = 11,9 \text{ atm}$$

gemessen wurde 23-23,5 atm (extrapoliert) und 11,8 atm.

Die Genauigkeit zwischen Rechnung und Experiment für P_{me} (min.) ist zufällig. Die Fehlergrenze liegt ist vielmehr, wie in Abschnitt II erwähnt, mit ± 1 atm in P_{me} anzunehmen.

Chemisch-physikalische Erfassung des Überladerhaltens
von Treibstoffen.

Von Dozent Dr. Hans Frommherz,
I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft Ludwigshafen am Rhein,
Hochdruckversuche.

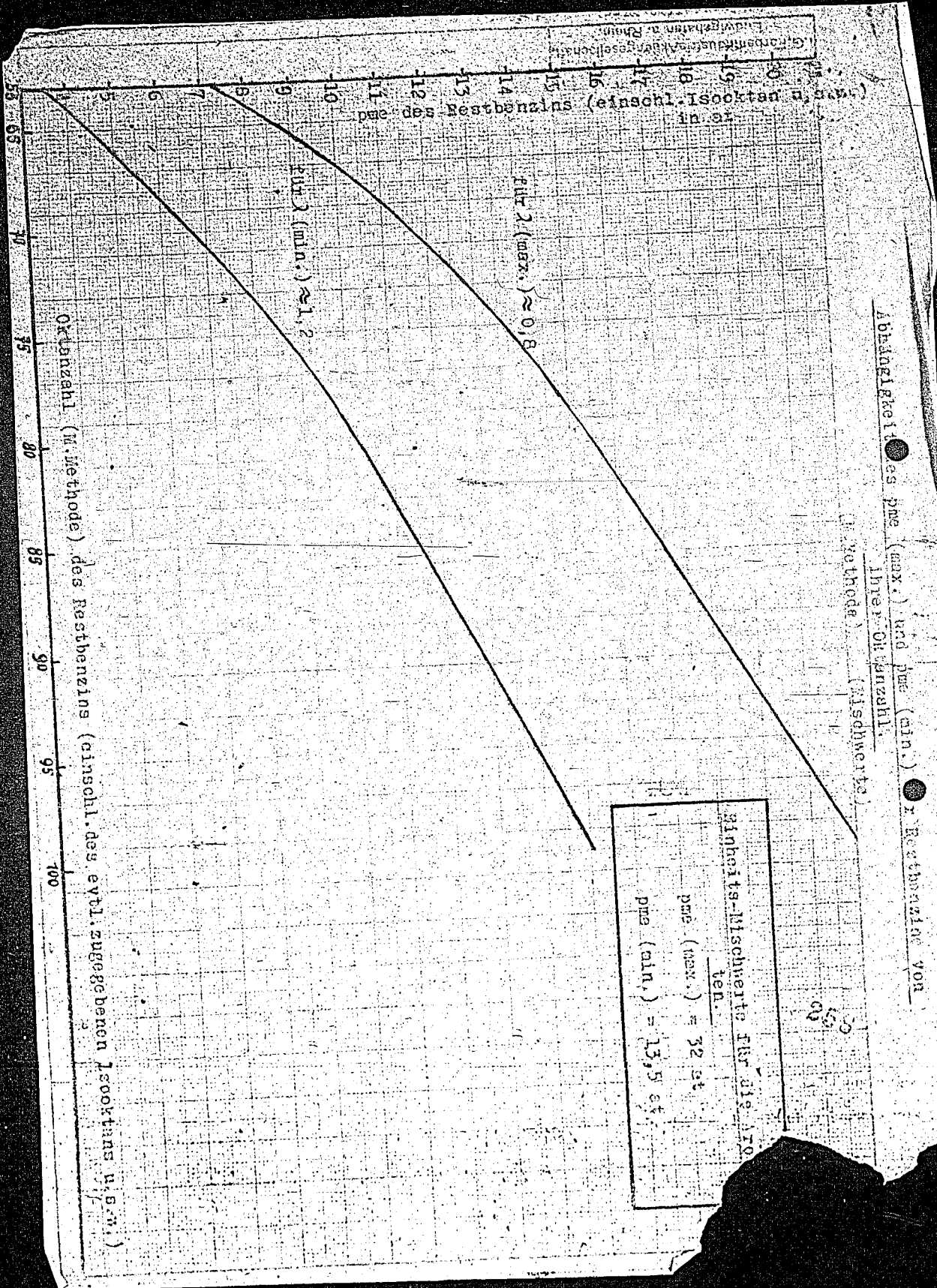
Der Inhalt des Vortrages stellt einen kurzen Überblick über zwei
Arbeitsrichtungen der I.G. Ludwigshafen, Hochdruckversuche, dar.

I. Zur theoretischen Deutung von Klopfgrenzkurven.¹⁾

Das Ziel war, die inneren Zusammenhänge, die die Lage, Form
und Temperatur-Abhängigkeit der Klopfgrenzkurven verschiedener
Kraftstoffarten bedingt, theoretisch verstehen zu lernen.

Um den charakteristischen Verlauf der Klopfgrenzkurven theore-
tisch zu erklären, wurde von der bekannten Vorstellung ausgegangen,
daß für das Eintreten des Klopfens die höchste im unverbrannten Teil
der Zylinderladung erreichte Temperatur verantwortlich ist. Diese
ändert sich bei Änderung der Ladelufttemperatur und der Luftüber-
schußzahl λ in einer Weise, die sich aus der Kompressions- und Ver-
brennungsendtemperatur berechnen läßt. Bei der Aufnahme der Klopf-
grenzkurven wird die Änderung der Maximaltemperatur in Abhängigkeit
von λ durch eine entsprechende Ladedruckänderung so kompensiert,
daß gerade wieder Klopfen einsetzt. Kennt man nun die Temperatur-
und Druckabhängigkeit der hierfür maßgebenden chemischen Reaktionen,
so kann man auf Grund dieser Überlegung Klopfgrenzkurven berechnen.
In dieser Weise wurden aus der Temperatur- und Druckabhängigkeit
der Selbstzündungsreaktion für zwei in ihrem motorischen Verhalten
stark verschiedene Kohlenwasserstoffe, Isooktan und Benzol, in Ab-
hängigkeit von der Luftüberschußzahl λ Klopfgrenzkurven für verschie-
dene Ladelufttemperaturen berechnet. Die berechneten Kurven zeigen
eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten.

1) Gemeinsam mit Dr. v. Muffling und Dr. Nonnenmacher.



Splitting of Bruchsal Gasol over the catalyst 6434 with the addition of different
Benzinierung von Bruchsal Gasol über Kontakt 6434 unter Zusatz verschiedener
Stickstoffverbindungen.
nitrogen compounds.

Table 1
Tabelle I.

Feed during the period of addition of compounds of nitrogen	P 1203 Gasol, P 1203-Gasoline				P 1203 Gasol - added bases P 1203-Gasol-Basenzusatz						Again P 1203 Gasol alone Wieder P 1203 Gasol alone				
	Concentration K I				Concentration Konzentration						Concentration Konzentration				
Tag day	1.	2.	3.	4.	1a	1b	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.
P 1203+0,140% Dibutylamine	59	64	61		49	46	38	27	32	38		-	66	65	-
P 1203+0,100% Aniline	59	62	62		56	43	38	23	22	19		28	45	43	54
P 1203+0,130% N-Dimethylaniline	58	66	63		56	37	36	28	27	23		46	53	53	55
P 1203+0,157% Methylmethylamine	66	66	-		67	71	66	44	28	19		42	56	58	-
P 1203+0,072% Pyridine	67	68	-		64	69	47	34	36	38		43	46	53	50
P 1203+0,085% Pyridine	58	69	69		57	36	30	26	30	26		39	60	60	64
P 1203+0,140% Quinoline	58	71	-		66	55	31	29	24	24		38	61	62	-
P 1203+0,100% Aniline	50	57			47	28	18	19	17	17		28	50	50	-
W. Gehalt 8797															

1-353-1

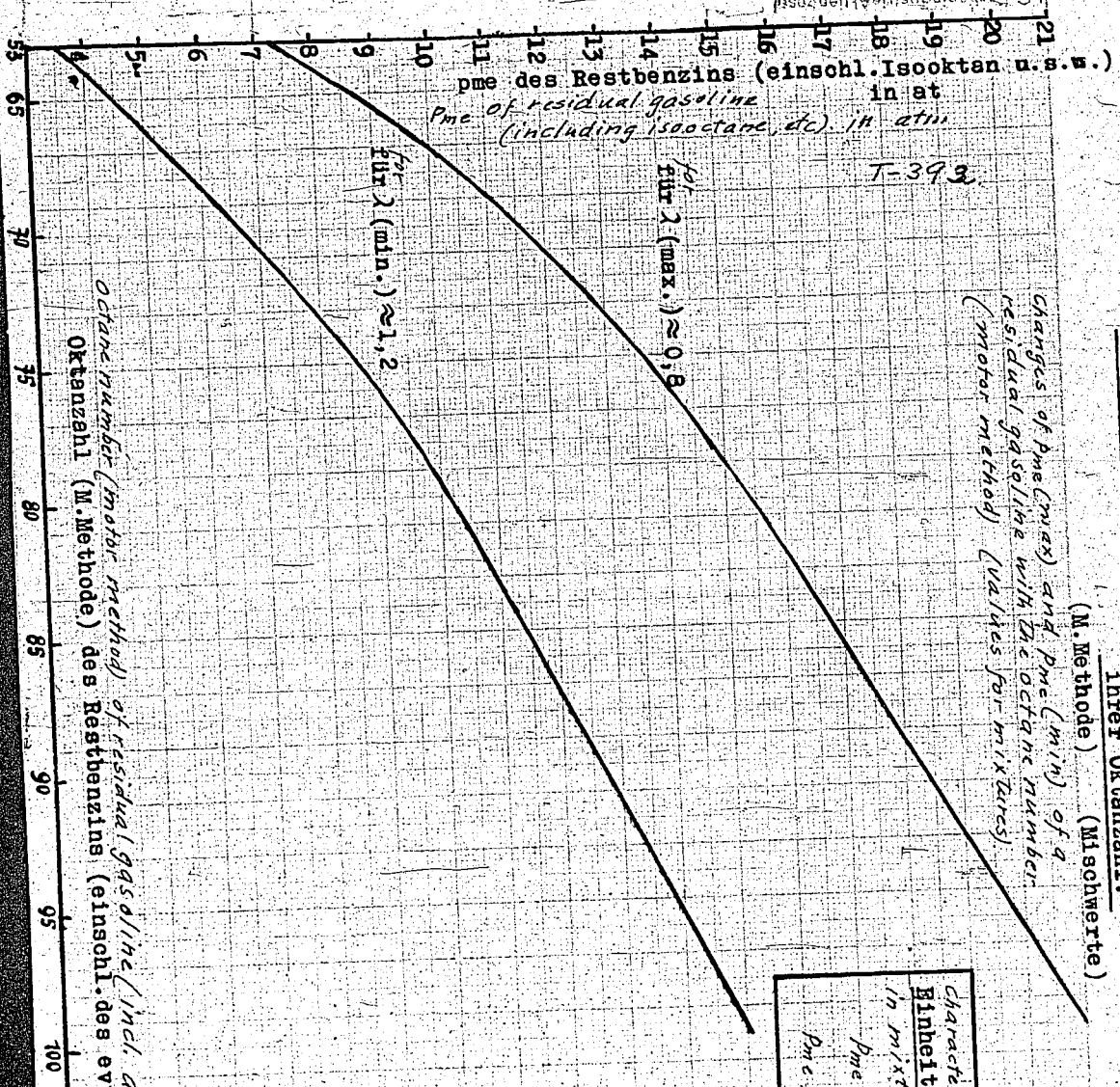
Table II
Tabelle II.

Evaluation of Results Tabulated in Table I
Auswertung der auf Tabelle I aufgeführten Ergebnisse.

Nitrogen compound added Zugesetzte Stickstoffverbindung	Mol- weight Mol. Gew.	Gasoline concentration in catchpot Benzinkonzentration im Abstreifer		Kilobars at end Kilobars Ende	Kilobars at end Kilobars Ende		
		K I: at beginning of test K I: zu Beginn des Versuchs	K II: at end of test period K II: am Ende der Periode		K I Kilobars Kilobars	K II Kilobars Kilobars	K III Kilobars Kilobars
0.140% Dibutylamine	129	64	35	65	55	54	55
0.100% Aniline	93	62	20	54	32	37	35
0.130% N-Dimethylaniline	121	63	24	55	38	44	41
0.157% N-Ethyl-N-propylamine	157	66	20	53	30	35	33
0.072% Pyridine	67	67	36	52	54	69	62
0.085% Pyridine	79	69	28	64	41	44	43
0.140% Quinoline	129	67	24	62	36	39	38
0.100% Aniline (Kontakt 8797). (catalyst 8797)	93	57	17	50	30	34	32

7-353-1

G. F. Ardenne-Institut für Angewandte Physik
Ludwigshafen a. Rhein



T-393

Abhängigkeit des pme (max.) und pme (min.) der Restbenzine von ihrer Oktanzahl.

(M.Methode) (Mischwerte)

Changes of pme (max) and pme (min) of residual gasoline with the octane number (motor method) (values for mixtures)

Characteristic values for aromatics in mixtures

Einheits-Mischwerte für die Arom.
pme pme (max.) = 32 at
pme pme (min.) = 13,5 at

Octane number (motor method) of residual gasoline (incl. any isooctane etc added).
Oktan-zahl (W.Methode) des Restbenzins (einschl. des evtl. zugegebenen Isooktans u.s.w.)

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. PLANT DIV.

T-393

M. Pier's files.

W.M. Sternberg
July 18, 1947

I.G. Farbenindustrie A.G., Ludwigshafen am Rhein,
High Pressure Experiments.

July 8, 1941.

CHEMICAL-PHYSICAL CONCEPTION OF OVERLOAD PROPERTIES
OF FUELS

From a lecture by Dr. H. Fromherz at DVL.

The contents of this lecture are a short survey of two research paths at the I.G. Ludwigshafen high pressure experimental department.

I. The Theoretical Explanation of Knock Limit Curves.
(Jointly with Dr. v. Muffling and Dr. Nonnenmacher)

It was intended to learn theoretically the inner connections between the position, shape and temperature relationship of the knock-limit curve of the different kinds of motor fuels.

Our theoretical explanation of the characteristic shape of the knock curves was based on the well known assumption, that the highest temperature in the unburned part of the cylinder charge was the cause of the beginning of knocking. This varies with changes in the temperature of the air of the charge, and the excess air number, λ , and can be computed from the final compression and combustion temperatures. When the knock limit curves are determined, changes in the maximum temperature are compensated in relation to λ in such a way by a corresponding change in the pressure of the charge, that knocking is just reproduced. Should the temperature and pressure relationships be known for the characteristic chemical reactions here involved, the knock limit curves could be calculated on the strength of these relationships. The knock limit curves for two very different hydrocarbons, iso-octane and benzol, which differ very greatly in their behavior in motors, were calculated in this way from the temperature and the pressure relationships of the self ignition reactions, in relation to the excess air number, λ , and for different air charging temperatures. The calculated curves exhibit a number of regularities:

- 1.) With benzol the curves are appreciably steeper than with iso-octane.
- 2.) When the temperature of the air of the charge is raised, the pressure of the charge increases more with benzol than with iso-octane.
- 3.) The minimum of the knock curves is at a minimum air charge temperature of 80° C with the value of λ around 1.1, and with a higher value of λ in case of iso-octane than for benzol. The minimum is shifted with benzol towards lower values of λ at raised air charge temperature, with iso-octane towards higher λ values.

262a

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DESON. PLANT DIV.

T-393

M. Pier's files.

W.M. Sternberg
July 18, 1947

I.G. Farbenindustrie A.G., Ludwigshafen am Rhein,
High Pressure Experiments.

July 8, 1941.

CHEMICAL-PHYSICAL CONCEPTION OF OVERLOAD PROPERTIES
OF FUELS

From a lecture by Dr. H. Fromherz at DVL.

The contents of this lecture are a short survey of two research paths at the I.G. Ludwigshafen high pressure experimental department.

I. The Theoretical Explanation of Knock Limit Curves.
(Jointly with Dr. v. Muffling and Dr. Nonnenmacher)

It was intended to learn theoretically the inner connections between the position, shape and temperature relationship of the knock limit curve of the different kinds of motor fuels.

Our theoretical explanation of the characteristic shape of the knock curves was based on the well known assumption, that the highest temperature in the unburned part of the cylinder charge was the cause of the beginning of knocking. This varies with changes in the temperature of the air of the charge, and the excess air number, λ , and can be computed from the final compression and combustion temperatures. When the knock limit curves are determined, changes in the maximum temperature are compensated in relation to λ in such a way by a corresponding change in the pressure of the charge, that knocking is just reproduced. Should the temperature and pressure relationships be known for the characteristic chemical reactions here involved, the knock limit curves could be calculated on the strength of these relationships. The knock limit curves for two very different hydrocarbons, iso-octane and benzol, which differ very greatly in their behavior in motors, were calculated in this way from the temperature and the pressure relationships of the self ignition reactions, in relation to the excess air number, λ , and for different air charging temperatures. The calculated curves exhibit a number of regularities:

- 1.) With benzol the curves are appreciably steeper than with iso-octane.
- 2.) When the temperature of the air of the charge is raised, the pressure of the charge increases more with benzol than with iso-octane.
- 3.) The minimum of the knock curves is at a minimum air charge temperature of 80° C with the value of λ around 1.1, and with a higher value of λ in case of iso-octane than for benzol. The minimum is shifted with benzol towards lower values of λ at raised air charge temperature, with iso-octane towards higher λ values.

262a

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. PLANT DIV.

T-393

M. Pier's files.

W.M. Sternberg
July 18, 1947

I.G. Farbenindustrie A.G., Ludwigshafen am Rhein,
High Pressure Experiments.

July 8, 1941.

CHEMICAL-PHYSICAL CONCEPTION OF OVERLOAD PROPERTIES
OF FUELS

From a lecture by Dr. H. Fromherz at DVL.

The contents of this lecture are a short survey of two research paths at the I.G. Ludwigshafen high pressure experimental department.

I. The Theoretical Explanation of Knock Limit Curves.
(Jointly with Dr. v. Muffling and Dr. Nonnenmacher)

It was intended to learn theoretically the inner connections between the position, shape and temperature relationship of the knock limit curve of the different kinds of motor fuels.

Our theoretical explanation of the characteristic shape of the knock curves was based on the well-known assumption, that the highest temperature in the unburned part of the cylinder charge was the cause of the beginning of knocking. This varies with changes in the temperature of the air of the charge, and the excess air number, λ , and can be computed from the final compression and combustion temperatures. When the knock limit curves are determined, changes in the maximum temperature are compensated in relation to λ in such a way by a corresponding change in the pressure of the charge, that knocking is just reproduced. Should the temperature and pressure relationships be known for the characteristic chemical reactions here involved, the knock limit curves could be calculated on the strength of these relationships. The knock limit curves for two very different hydrocarbons, iso-octane and benzol, which differ very greatly in their behavior in motors, were calculated in this way from the temperature and the pressure relationships of the self ignition reactions, in relation to the excess air number, λ , and for different air charging temperatures. The calculated curves exhibit a number of regularities:

- 1.) With benzol the curves are appreciably steeper than with iso-octane.
- 2.) When the temperature of the air of the charge is raised, the pressure of the charge increases more with benzol than with iso-octane.
- 3.) The minimum of the knock curves is at a minimum air charge temperature of 80° C with the value of λ around 1.1, and with a higher value of λ in case of iso-octane than for benzol. The minimum is shifted with benzol towards lower values of λ at raised air charge temperature, with iso-octane towards higher λ values.

262a

- 4.) The limiting knock curves are in general steeper at higher air charge temperatures, i.e. the limiting pressures are more strongly displaced in the range of excess of air, than in the richer range.

The characteristic course of the calculated curves agrees therein largely with the experimental curves. A number of simplifying assumptions have been made in order to make the computations, but the agreement indicates that the basic theory describes the actual conditions approximately correctly. On this basis, the characteristic properties of knock limit curves of substances differing chemically can be derived as a first approximation solely from the changes in the temperature of mixtures of fuel and air during the compression and combustion with different proportions of fuel:air, and the air temperature, and without any additional assumptions on the reaction mechanism of the different fuels. These conceptions permit one to understand the differences in the knock limit curves with changeable and constant ignition, and the knock limit curves with large overlapping time of valve opening.

II. Calculation of Knock Limit Curves of Fuels from the Octane Number of Gasoline and from the Aromatics Content (and Naphthene Content).

Section I shows the possibility of explaining the important regularities of the limiting knock curves entirely from considerations of temperature, and without the assumption of special reaction mechanisms. As a result, the overload behavior of mixed fuels can be calculated from the behavior of the individual components by using the rule of mixtures. This can indeed be done with an accuracy of ± 1 atm. in p_{me} for the maxima and minima of knock limit curves.

We may summarize the general rules for these calculations as follows:

1.) The maxima and minima of the limiting knock curves, in particular of the aromatic fuels, are formed (as a first approximation) in accordance with the law of mixtures from the knock limit curves of the aromatic components and the knock limit curve of the residual gasoline (or the iso-octane and the residual gasoline).

2.) The maxima and minima of the knock limit curve of the residual gasoline is on a curve parallel to its motor octane number derived by some empirical relationship.

These general rules leave out of consideration details of the effects of the naphthene contents of a residual gasoline, or the difference in behavior of the individual aromatics.

Effects of the Naphthene Content.

Were we to replace a certain percentage of naphthenes in a gasoline (for instance, in a residual gasoline) with the same.

amount of paraffinic gasoline of the same octane number (by the motor method) as of the naphthenes removed, the knock limit curve will be changed as follows:

a) P_{me} (min.) (with $\lambda = 1.2$) will not be changed, as a first approximation.

b) P_{me} max. (at $\lambda = 0.8$) will be lowered by 0.65 at. for every 10% naphthene removed and replaced by a paraffinic gasoline of the same octane number.

Different Behavior of the Aromatics.

A very careful comparison of a large number of corresponding knock limit curves showed certain aromatics of a higher boiling point than toluene to have a better knock behavior in supercharged engines than lower boiling aromatics.

A detailed investigation permitted us to realize, that aromatics with side chains of at least 2 C atoms in the side chain possessed a particularly favorable overload behavior. The C-C bond between the first and the second carbon atoms in the side chains are known to be the weakest. The presence of such weak spots evidently results in a favorable effect upon the knock and overload behavior, similar to the double bond of the olefines.

The above process of approximate prediction of the knock limit curves and overload behavior from the aromatics content and the antiknock value of the residual gasoline can be used successfully to answer quantitatively the very important practical question of the proportion of suitable materials (iso-octane, alkyl-octane, alcohol gasoline or aromatics) to be added to a given gasoline to bring it up to the C₇ or C quality.

We may particularly emphasize in conclusion, that the present paper is based on preliminary information, which can not be considered to be based on any well defined laws, and are more in the nature of working hypotheses.

They offer us nevertheless now, during war time, some valuable help where it is important to be able to solve quickly important question for the prosecution of the war and to take the proper steps when there is no time to set up any long-term investigations.

/Signed/ Fromherz.

Supplement to Section II, 1) and 2).

Example of Computations for an Approximate Preliminary Computation of $p_{me(max)}$ and $p_{me(min)}$ in Atm. of the Overload Curve of the DVL Process.

The gasoline contains: 40% aromatics,
40% residual gasoline (O.N. 74)
20% iso-octane 100 (O.N. 100)

The octane number of the total residual gasoline (residual gasoline + iso-octane) can be calculated from the law of mixtures as

$$\frac{40 \times 74 + 20 \times 100}{40 + 20} = 82.6$$

The curve in the appendix gives $p_{me(max)} = 16.1$ atm for a gasoline with an octane number 82.6 ($\lambda = 0.8$); and $p_{me(min)} = 10.7$ atm ($\lambda = 1.2$). The values $p_{me(max)} = 32$ and $p_{me(min)} = 13.5$ atm. are always used as the characteristic values for aromatics. The law of addition gives for the maximum and minimum p_{me} of the gasoline,

$$p_{me(max)} = \frac{40 \times 32 + 60 \times 16.1}{100} = 22.5 \text{ atm and } p_{me(min)} = \frac{40 \times 13.5 + 60 \times 10.8}{100} = 11.9 \text{ atm.}$$

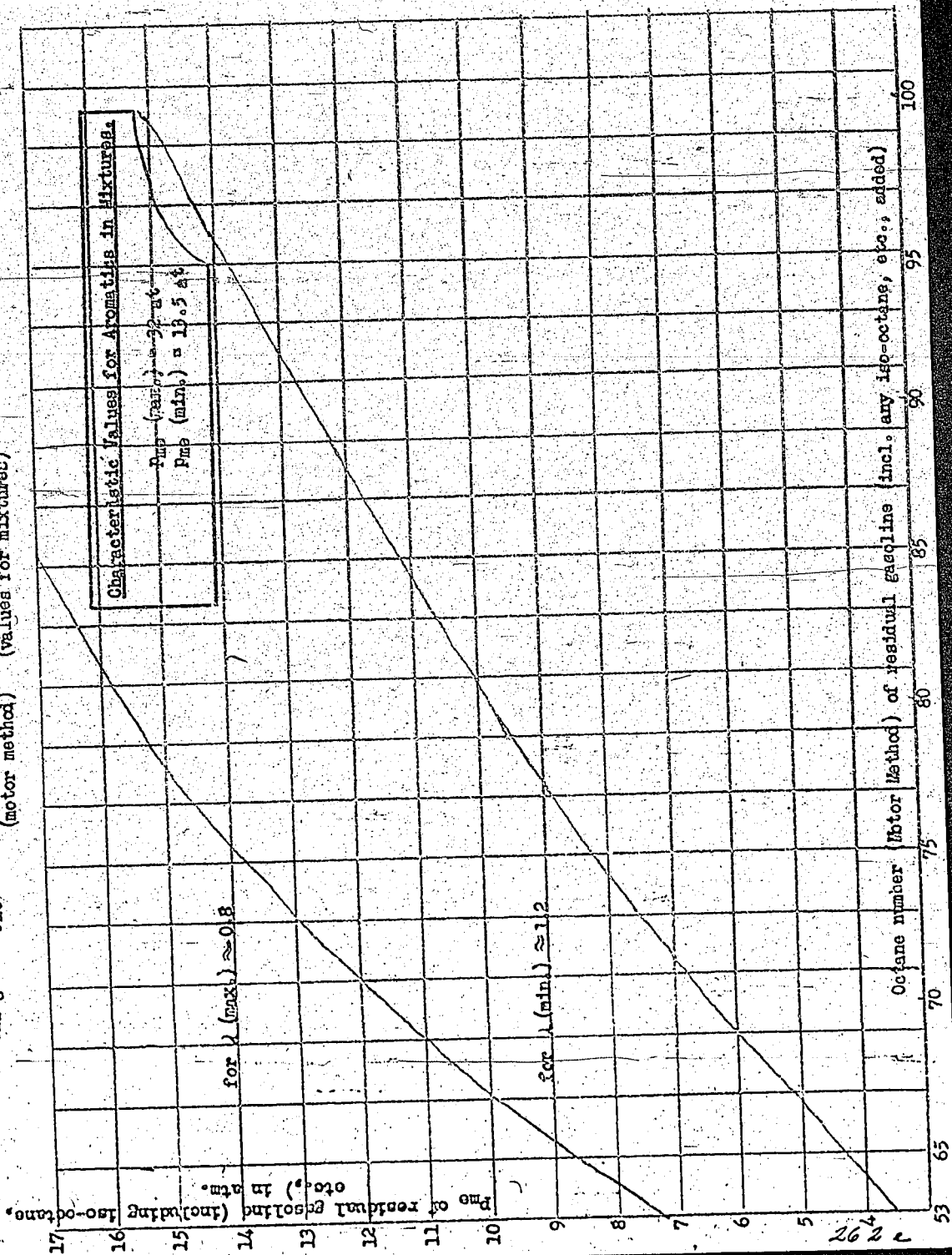
actual determination gave $p_{me(max)} 23 - 23.5$ (extrapol.) and $p_{me(min)} = 11.8$ atm.

The perfect agreement between the calculated and experimental $p_{me(min)}$ is accidental. Section II shows that the limits of error are ± 1 atm in the value of p_{me} .

/fkrp

262d

Changes of P_{me} (max) and P_{me} (min) of a residual gasoline with the octane number.
(motor method) (values for mixtures)



Verwendung von aromatischen Hochleistungskraftstoffen
an Stelle von B4.

B4 ist der bisher in der Zivilluftfahrt und auch heute noch in der Militärluftfahrt grossenteils verwendete Flugkraftstoff mit der Oktanzahl (Motor-Methode) 87 bis 90.

C 3 ist der von unseren Jagdfliegern heute vielfach verwendete Hochleistungskraftstoff, der aus 80 Vol. % Aromatisierungsbenzin aus Steinkohle bzw. Pech (CV2b bzw. VT 706 b), 20 Vol. % ET 110 und 0,12 % Bleitetraäthyl besteht.

Verwendet man an Stelle von CV2b zur Herstellung des Kraftstoffgemisches DED-Benzin aus Steinkohle, so erhält man den noch klopffesteren Hochleistungskraftstoff C 2. Die Kraftstoffe C 3 und C 2 enthalten etwa 40 Vol. % Aromaten.

C 1 entspricht dem derzeitigen ausländischen Hochleistungsbenzin der Oktanzahl 100, das aus etwa 50 Vol. % Isooktan + Isopentan, 50 Vol. % 87 er-Benzin (Borneo-Qualität) und 0,12 % Bleitetraäthyl besteht.

In der Anlage sind die mit den verschiedenen Kraftstoffen am BMW 132-Einzylinder-Überlademotor erreichbaren mittleren Einzylinderdrucke (P_{me} in at) angegeben, die direkt ein Mass für die erzielbare Motorleistung sind. Bei den Versuchen (Ladelufttemperatur 130° , Verdichtungsverhältnis 1 : 6,5) wurde der Ladedruck so lange gesteigert bis die Klopfgrenze erreicht wurde.

Setzt man die mit B 4 erzielbare Motorleistung = 100 %, so ergibt sich unter Startverhältnissen ($\phi = 0,8$ entsprechend 20 % Kraftstoffüberschuss) bei C 3 eine Leistungserhöhung von etwa 50 %, bei C 2 sogar von etwa 75 %, während sie bei C 1 nur etwa 20 % beträgt. Die aromatischen Hochleistungskraftstoffe sind, wie aus der Zahlentafel ersichtlich, insbesondere bei fetten Kraftstoff-Luftgemischen dem iso-paraffinischen C 1 weit überlegen. Die in einem Motor erzielbare Leistungssteigerung hängt natürlich nicht nur vom

Kraftstoff, sondern auch von einer grossen Anzahl anderer Faktoren ab, insbesondere konstruktiven, wie einer guten Kühlung des Kolbens, der Ventile und des Zylinderkopfes.

7 Erreicht man mit einem besseren Kraftstoff eine höhere Motorleistung, so kann man diesen Leistungsgewinn zur Erhöhung der Geschwindigkeit des Flugzeugs und seiner Steigfähigkeit nutzbar machen. Die Geschwindigkeit eines Flugzeugs steigt mit der dritten Wurzel aus der Motorleistung. Hat man z.B. ein Flugzeug mit einer Höchstgeschwindigkeit von 500 km/h und steigert die Motorleistung um 75 %, so erhöht sich die Fluggeschwindigkeit um etwa 20 % auf 600 km/h. Bei einer Erhöhung der Motorleistung um 20 % steigt die Geschwindigkeit um 6 %, also auf 530 km/h.

7 Unter Umständen kann auch der höhere Literheizwert der Aromatenkraftstoffe gegenüber den isoparaffinischen von besonderem Vorteil sein. Dies ist insbesondere bei sehr schnellen Flugzeugen dann der Fall, wenn die Raumfrage von grösserer Bedeutung ist als die Gewichtsfrage.

Anlage

Table 1.

Überladeversuche an BMW 132-Einzylindermotor

(nach Versuchen des Techn. Prüfstat. Op).

Kraftstoff	Starten $\lambda = 0,8$		Steig- u. Kampfleistung $\lambda = 0,85$		Dauerleistung $\lambda = 0,95$		Minimum der Überlastkurve $\lambda = 1,1$	
	Nutzdruck P_{me}	Leistung %	Nutzdruck P_{me}	Leistung %	Nutzdruck P_{me}	Leistung %	Nutzdruck P_{me}	Leistung %
P	12,1	100	11,5	100	9,8	100	8,2	100
C 3	18,5	153	17,7	154	15,0	153	11,5	138
C 2	17,5	170	16,4	177	17,5	178	13,4	163
C 1	14,3	118	13,8	120	12,5	128	11,1	135
CV28	19,6	162	18,6	162	15,0	153	10,5	127
DHD aus Steinkohle	23,2	191	22,0	191	18,2	186	13,0	158

The lower λ the more fuel & less
the greater λ more air & less
 λ = air/fuel ratio

Using Aromatic High Test Fuels
in Place of B4
Ludwigshafen, 19 January 1942
(See also T-376 & T-378)

B4 is the aviation fuel used in civil aviation up to the present time and is still largely used today in military aviation, with an octane number (motor method) of 87 to 90.

C3 is the high test fuel (Hochleistungskraftstoff) frequently used today in our pursuit planes, composed of 80%/vol. aromatic gasoline from bituminous coal or pitch (CV2b or VT 706b), 20%/vol. ET 110 and 0.12% tetraethyl lead.

If DHD gasoline from bituminous coal is used in place of CV2b for making the fuel mixture, we obtain the high test fuel C2 with still better anti-knock properties. Fuels C3 and C2 contain about 40%/vol. aromatics.

C1 corresponds to the present foreign 100 octane high test gasoline, composed of about 50%/vol. iso-octane plus iso-pentane, 50%/vol. 87 octane gasoline (Borneo quality), and 0.12% tetraethyl lead.

Table I shows the mean effective pressure (Nutzdruck) (p_{me} in atm) obtainable in a BMW one-cylinder overload motor with the various fuels, which are a direct measure of the motor power obtainable. In the experiments, at a charged air temperature of 130° C and a compression ratio of 1:6.5, the load pressure was increased so long until the knock limit (Klopfgrenze) was reached.

If the motor power obtainable with B4 is set at 100%, an improvement in power of about 50% is obtained with C3 under starting conditions ($\lambda = 0.8$, corresponding to 20% excess fuel), with C2 even 75%, but only about 20% with C1. The aromatic high test fuels are far superior to the iso-paraffinic C1, particularly with rich fuel-air mixtures, as may be seen from the table. The increase in power obtainable in a motor is naturally dependent not only on the fuel but also on a large number of other factors, particularly of construction, such as good cooling of the piston, the valves and the cylinder head.

If greater power is obtained with a better fuel, this gain in power can be utilized to increase the speed of the plane and its climbing ability. The plane speed rises about as the cube root of the motor power. If, for example, we have a plane with a max. speed of 500 km/h and we increase the motor power by 75%, we increase the flying speed by about 20% to 600 km/h. Increasing the motor power by 20% increases the speed by 6%, or to 530 km/h.

Under certain conditions, the higher heat value per liter of the aromatic fuels, compared to iso-paraffinic, can be of special advantage. This is particularly so with very fast planes, where the question of space is of greater importance than that of weight.

TABLE I

Overload Experiments on BMW One-Cylinder Motor
(From experiments at the Tech. Test. Sta.-Oppau)

Fuel	Starting $\lambda = 0.8$		Climb & Combat Power $\lambda = 0.85$		Continuous Power (Dauerleistung) $\lambda = 0.95$		Min. of Overload Curve $\lambda = 1.1$	
	m.e.press.	power	m.e.press.	power	m.e.press.	power	m.e.press.	power
	P _{me}	%	P _{me}	%	P _{me}	%	P _{me}	%
B4	12.1	100	11.5	100	9.8	100	8.2	100
C3	18.5	153	17.7	154	15.0	153	11.3	138
C2	21.6	178	20.4	177	17.5	178	13.4	163
C1	14.3	118	13.8	120	12.5	128	11.1	135
CV2b	19.6	162	18.6	162	15.0	153	10.5	128
DHD from Bit. Coal	23.2	191	22.0	191	18.2	186	13.0	159

/Ecp

265 b

(Fuel Eval-13)

T-374

Hochdruckversuche
Lu 558

23. April 1942. Etz/Pf.

Zurück an
Vorzimmer Dir. Dr. Pier

Qualitätsvergleich von Hydrier- und Krackbenzinen
aus Erdölmittelölen.

Zusammenfassung.

Aus Erdölmittelölen (aus Bruchssaler und Rumänischem Öl) wurden in 1 Ltr.-Ofen folgende Hydrierbenzine hergestellt:

- 1) 200 atm-6434-Benzine mit Endpunkt 135°.
- 2) dto. mit Endpunkt ca. 185°, zerlegt in 50 % Leichtbenzin + 50 % Schwerbenzin, durch Dehydrierung des letzteren mit K 7360 bei 25 atm auf ein Mischbenzin mit Endpunkt 165° (nach Redestillation) und ca. 30 % Aromaten gebracht.

Die Proben wurden eingehend untersucht (Restbenzin, O.Z. von 20°-Fraktionen, Überladekurve) und mit folgenden von Dr. Free im 50 Ltr.-Ofen hergestellten katalytischen Krackbenzinen verglichen:

- 3) 6752-Krackbenzine mit Endpunkt 155°.
- 4) dto. im 1 Ltr.-Ofen bei 20 atm über K 7360 katalytisch raffiniert (d.h. Olefine aufhydriert).

Die wichtigsten Ergebnisse dieses Vergleiches enthält die folgende Tabelle:

Benzinprobe	End- pkt.	% 100°	Gew.-% Aro- maten	Dampf- druck	OZ. K.-K./ M.M.+0,12 R	Restbi OZ. M.M.	Qualität
6434-Bi aus Bruchssaler Öl	135	57	7	0,43	68/89	65,5/88,5	knapp B ₄
6434-Bi aus Rumänisch Öl	135	63	6	0,47	69,5/91	70/89,5	wie B ₄
Dehydr. 6434-Bi aus Bruchssaler Öl	165	68	35	0,55	79/94	72/100	Etwas über C ₁
Dehydr. 6434-Bi aus Rumän. Öl	165	47	32	0,54	73/93	68/90	knapp C ₁
Krackbi aus Bruchssaler Öl	155	56	20	0,47	76/93,5	69,5/91	wie B ₄
dto. Ungesät- tigte aufhydr.	155	61	17	0,45	76/94	72/92	Etwas über B ₄
Krackbi aus Rumän. Öl	155	54	25	0,40	74,5/-	70,5/91	) Mitte) zwischen) C ₁ B
dto. Ungesät- tigte aufhydr.	155	53	20	?	72/92,5	69/86	

Hold for 2 sketches
and 3 tables.

Fraktionszerlegung: Die Unterschiede zwischen den einzelnen Benzinproben hinsichtlich der O.Z. der Fraktionen werden im wesentlichen durch die verschiedenen Aromatengehalte bedingt und sind daher nur oberhalb von 100° stärker; die Krackbenzine liegen dabei zwischen den 6434-Benzinen und den dehydrierten Benzin. Unter 100° scheinen die Krackbenzine 2-3 Einheiten besser zu sein als die Hydrierbenzine.

7 **Restbenzine:** In der O.Z. der Restbenzinfractionen sind die Krackbenzine den Hydrierbenzinen etwas überlegen und zwar in den oberen Fraktionen anscheinend in stärkerem Maße als in den unteren Fraktionen.

Überladerverhalten: Bei Betrachtung der obigen Tabelle sind die verschiedenen Prozentgehalte bis 100° bzw. die verschiedenen Dampfdrucke der einzelnen Benzinproben zu berücksichtigen. Nach Umschätzung der Daten auf gleichen Dampfdruck (0,45 atm) durch Zugabe von Gasbenzinanteilen, die den Benzin bei ihrer Herstellung nicht zugesetzt wurden bzw. durch Herausnahme eines Teiles des Pentans ergibt sich folgendes Bild: Aus Rumänischem Mittelöl wird man durch Benzinierung B₄-Qualität, durch Kracken eine in der Mitte zwischen B₄ und C₁ liegende Qualität und durch Benzinierung in Kombination mit Dehydrierung der oberen 50 %-Fraktion C₁-Qualität erzielen. Die Benzine aus Bruchsaler Mittelöl sind jeweils eine Kleinigkeit schlechter. Der Einfluss der Olefinaufhydrierung auf die Qualität der Krackbenzine ist bei den verschiedenen Ausgangsölen nicht eindeutig und jedenfalls nur gering.

Ausbeutevergleich: Es kann mit folgenden ungefähren Zahlen gerechnet werden:

Ausgangsöl	Mittelöl aus Bruchsaler Öl			Mittelöl aus Rumänischem Öl		
	kg Benzin	kg Butan	(davon Iso)	kg Benzin	kg Butan	(davon Iso)
Aus 100 kg gaspaltem Mittelöl werden erhalten						
Benzinierung	81	35	(10,5)	86	11,5	(8)
Benzinierung + DHD	77	12	(7)	83	9	(5)
Katalyt. Kracken	64	20	(17)	69	11	(9,5)

Die Beurteilung der Krackbenzine im Vergleich mit den Hydrierbenzinen ist im wesentlichen die gleiche wie bei früheren ähnlichen Vergleichsversuchen auf Basis Steinkohlevorhydrierungsmittelöl.

Die Versuche.

In folgenden wird über einige Versuche zum Qualitätsvergleich zwischen katalytischen Krackbenzinen und Hydrierbenzinen aus dem gleichen Ausgangsmaterial berichtet, die in Fortsetzung von solchen Vergleichsversuchen mit Steinkohleverhydrierungsmittelöl als Ausgangsmaterial (vgl. Ber. 19 906 I v. 28. Jan. 42) mit Erdölmittelölen durchgeführt wurden. Es wurden 2 Erdölmittelöle genommen, ein wasserstoffreicheres (aus Erbsaler Öl) und ein wasserstoffärmeres (aus Rumänischem Öl) (vgl. Tab. 1). Die Krackbenzine wurden von Dr. Free in 50 Ltr.-Öfen über synthetisches Aluminiumsilikat hergestellt. In jedem Falle wurde neben dem normalen Krackbenzin eine Probe hergestellt, in der die Ungesättigten katalytisch (bei 25 atm und 16 mV mit Kontakt 7360) aufhydriert waren. An Hydrierbenzinen wurden aus jedem Ausgangsöl in 1 Ltr.-Öfen folgende beiden Proben hergestellt: 1. 6434-Benzin mit Endpunkt ca. 155°, erhalten unter Rückführung des B-Mittelöls. 2. Dehydrierungsbenzin mit Endpunkt 165°, erhalten aus 6434-Benzin mit Endpunkt 170° durch Zerlegung in 2 etwa mengengleiche Fraktionen, Dehydrieren der schwereren Fraktion über K 7360, Vermischen des DHD-Anteils mit der leichten Fraktion und Redestillieren auf 165° Endpunkt. Die Krackbenzine hatten Endpunkt 155°. Die verschiedenen Endpunkte waren gewählt worden, um bei jeder Fahrweise das Optimum zu erreichen, d.h. möglichst hohe Ausbeute ohne eine zu große Qualitätsverschlechterung durch zu hochsiedende Anteile.

Tabelle 1: Ausgangsöle.

	Mittelöl aus Erbsaler Öl		Mittelöl aus Rumänischem Öl	
	P 1203 v. 200-325° v. 15.9.41	P 1203 v. 180-330° v. 3.11.41	P 1490 v. 170-350° v. 28.11.41	P 1490 v. 160-350° v. 5.1.42
Spez. Gew./20°	0,811	0,812	0,829	0,835
A.P. °C	+ 67,5	+ 71,8	+ 62,5	+ 63,5
ASTM: Beginn °C	162	168	170	180
% - 180	10,5	—	1,5	—
% - 200	20,5	6	12,5	6
% - 225	35	22,5	30	19
% - 250	51	43	44	40
% - 275	68,5	63	59	56
% - 300	89	84	72	74
% - 325	—	96	83,5	86
% - 350	—	—	93	93
Endpunkt °C	328	330	357	357
%	99	98,5	97,5	98
Bemerkung	gefahren im Oktober	gefahren im Dezember u. bei den Krackversuchen	verwendet zu den Hydrierversuchen	verwendet zu den Krackversuchen

Produktvergleiche

Die Produktvergleiche wurden hauptsächlich in 3 Richtungen durchgeführt. Vergleich des Überladeverhaltens, Vergleich der Oktanzahlen von 25°-Fraktionen und Vergleich der Restbenzins.

1. Fraktionszerlegung (vgl. Tabelle 5 und Kurvenblatt 1): Eine Fraktionszerlegung der Krackbenzine aus Rumänischem Öl wurde nicht durchgeführt. Die O.Z. der Fraktionen werden weitgehend durch den Aromatengehalt derselben bedingt, größere Unterschiede zwischen den einzelnen Proben ergeben sich daher auch erst im Bereich oberhalb von 100°, in welchem die Aromatengehalte größere Unterschiede aufweisen. Unterhalb von 100° scheinen die Krackbenzine in der Grundoktanzahl um etwa 2 Einheiten besser zu sein als die Hydrierbenzine, während die Bleiwerte für sämtliche Proben praktisch gleich sind. Oberhalb von 100° liegen die Krackbenzine wie im Aromatengehalt, so auch in der Grundoktanzahl zwischen den 6434-Benzinen und den durch Dehydrierung auf ca. 50 % Aromaten dehydrierten 6434-Benzinen; die Bleiwerte der Krackbenzine ähneln mehr denen der nicht dehydrierten 6434-Benzine und liegen nur unerheblich über denselben. Im allgemeinen sind die Ergebnisse somit die gleichen wie bei den entsprechenden Vergleichsversuchen auf Basis Steinkohlevorhydrierungsmittelöl.

Die ursprüngliche und die aufhydrierte Krackbenzinprobe unterscheiden sich in den O.Z. nicht deutlich. Die großen Unterschiede in der Aromatenverteilung dürften nicht reell sein und sind vielleicht auf eine verschieden scharfe Destillation bei der Fraktionszerlegung zurückzuführen.

Die einander entsprechenden Benzine aus Bruchsaler Öl und aus Rumänischem Öl unterscheiden sich nur unwesentlich voneinander. Bei den 6434-Benzinen fällt auf, daß das Benzin aus Rumänischem Öl bei 80° deutlich schlechter ist als das aus Bruchsaler Öl, während bei 90° und 110° beide Benzine gleich sind. Bei den dehydrierten Benzinen sind die O.Z.-Unterschiede auf die etwas unterschiedliche Aromatenverteilung zurückzuführen.

2. Restbenzine (vgl. Tab. 4 und Kurvenblatt 2): Neben den Gesamtrestbenzinen wurden die Fraktionen bis und über 100° untersucht. Bei den Gesamtbenzinen werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Proben hauptsächlich durch Unterschiede in den Restbenzinsiedekurven bedingt. So gehen bei den Produkten aus Bruchsaler Öl die Restbenzinoktanzahlen deutlich parallel mit den bei diesen Produkten stark variierenden % - 70 bzw. - 100°, während bei den Produkten aus Rumänischem Öl, die untereinander sehr ähnliche Restbenzinsiedekurven aufweisen, auch die Restbenzinoktanzahlen innerhalb von 2,5 Einheiten gleich sind.

Im einzelnen ist festzustellen, daß bei dem Krackbenzin aus Bruchsaler Öl die Grund-O.Z. beim Aufhydrieren der Olefine ansteigt, bei dem Krackbenzin aus Rumänischem Öl dagegen abfällt, in letzterem Falle war daneben eine gleichsinnige, aber noch stärkere Änderung des Bleiwertes zu beobachten. Auf gleiche Siedekurve bezogen ist ein Vorteil der Krackbenzine gegenüber den Hydrierbenzinen aus dem Gesamtrestbenzin-O.Z. also nicht eindeutig feststellbar (s. aber weiter unten).

Bei Rumänischem Öl als Ausgangsmaterial ergeben sich unverbleit um etwa 2 Punkte bessere Restbenzinoktanzahlen als bei Bruchsaler Öl, während die Unterschiede in den Bleiwerten infolge des paraffinischen

Charakters der Produkte aus Bruchsaler Öl verschwinden.

Die O.Z. der Restbenzinfraktionen bis und über 100° sind zu lückenhaft und sollen daher nicht diskutiert werden; bei den Fraktionen bis 100° fehlen überdies die Siedekurven, ohne die eine Beurteilung schlecht möglich ist. Die Überlegenheit der Krackbenzine im Restbenzin bis 100° würde, soweit sie nicht auf Siedekurvenunterschieden beruht, sich mit der oben festgestellten geringen Überlegenheit der O.Z. der Gesamtbenzinfraktionen decken.

Schließlich wurden noch die Restbenzinoktanzahlen der Fraktionen aus den Oktanzahlen derselben in genau der gleichen Weise berechnet wie bei den früheren Vergleichsversuchen (vgl. Ber. 19 906 2 vom 28.1.42) und auf Kurvenblatt 2 aufgetragen. Es ergibt sich eine Überlegenheit der Krackbenzine aus Bruchsaler Öl, die in den untersten Fraktionen etwa 2 Einheiten beträgt und nach höheren Fraktionen hin stark zunimmt. Dabei ist das nicht aufhydrierte Krackbenzin anscheinend noch besser als das aufhydrierte. Es ist darauf hinzuweisen, daß die entsprechenden Versuche auf Basis Steinkohle einen geringeren Unterschied zwischen Krack- und Hydrierbenzinen in den oberen Fraktionen ergeben hatten. Durch Dehydratierung der 6434-Benzine wird die Restbenzinoktanzahl in den dehydrierten Fraktionen erwartungsgemäß noch verschlechtert.

3. Aromatenzusammensetzung: Die prozentuale Zusammensetzung der aus den Krackbenzinen und den dehydrierten 6434-Benzinen extrahierten Aromaten ist sehr ähnlich (vgl. Tab. 4), die Toluolfractionen liegen zwischen 24 und 31 %, die Xyloolfractionen zwischen 54 und 40 %.

4. Überladerverhalten (vgl. Tab. 3 und die Tabelle der Zusammenfassung)

Beim Vergleich des Überladerhaltens der verschiedenen Benzinproben müssen die Unterschiede in den Siedekurven derselben berücksichtigt werden, was bei den voranstehenden Vergleichen nicht erforderlich war. Die Benzine waren butanfrei gemacht, dagegen waren ihnen die bei ihrer Herstellung anfallenden Gasbenzinanteile durchweg nicht zugesetzt. Hätte man die Benzine sämtlich bei gleichem Dampfdruck (etwa 0,45 atm) vergleichen wollen, so hätte man ihnen in einigen Fällen noch Gasbenzin zusetzen können und nur beim dehydrierten 6434-Benzin aus Bruchsaler Mittelöl hätte man noch etwas Pentan herausstabilisieren müssen. Dabei wären gleichzeitig die Unterschiede in den % bis 70° und bis 100° weitgehend verschwunden. Man kann bei den vorliegenden Benzinen etwa damit rechnen, daß Zusatz von 7 % Pentan (mit ca. 90 % Iso-Gehalt) die Dampfdrucke um 0,1 atm, die O.Z. und Restbenzin-O.Z. um 1,2 Einheit und das Minimum der Überladerkurven um etwa $1/2$ atm erhöhen würde. Die Gasbenzinmengen (im wesentlichen C_5 -Kohlenwasserstoffe), die in den einzelnen Fällen anfielen, aber den Benzinen nicht zugesetzt wurden und somit zur Stellung des Dampfdruckes zur Verfügung gestanden hätten, sind in Tabelle 3 angegeben.

Mit den bei 135° Endpunkt abgeschnittenen 6434-Benzinen wird B₄-Qualität erreicht; die Qualität des Benzines aus Bruchsaler Öl ist etwas schlechter als die desjenigen aus Rumänischem Öl und damit etwas knapp, hätte aber durch Gasbenzinzusatz noch etwas gebessert werden können.

Die Krackbenzine sind, und zwar im wesentlichen infolge ihres höheren Aromatengehaltes von 17-25 % gegen 6-7 % bei den 6434-Benzinen, von etwas besserer Qualität als letztere. Aus Bruchsaler Öl wird B₄-Qualität bequem erreicht, nach dem Aufhydrieren liegt die

Qualität sogar etwas über B₄. Das Krackbenzin aus Rumänischem Öl ist deutlich besser als das aus Bruchsaler und zwar liegt es sowohl vor als nach dem Aufhydrieren ungefähr in der Mitte zwischen B₄- und C₁-Qualität. Man erkennt gleichzeitig, daß die O.Z. kein ausreichendes Qualitätsmaß darstellen, denn die O.Z. lag bei den Proben aus Bruchsaler Öl höher als bei dem Rumänischen Öl.

7 Das die bessere Qualität der Krackbenzine tatsächlich im wesentlichen auf ihren höheren Aromatengehalt beruht und nicht auf den oben festgestellten geringeren Unterschieden in den Festbenzin-O.Z. erkennt man bei Betrachtung der in ihren oberen Fraktionen dehydrierten 6434-Benzinen, die mit 32-35 % Aromaten C₁-Qualität erreichen und somit erheblich besser als die Krackbenzine sind. Der Einfluß des Rohstoffes ist auch in diesem Falle nur gering und zwar läßt sich unter Korrektur der Siedekurven und Dampfdrucke abschätzen, daß man bei Bruchsaler Öl C₁-Qualität knapp, bei Rumänischem Öl dagegen bequem erreicht. Der Rohstoffeinfluß wäre somit in allen 3 Fällen, wie dies ja auch zu erwarten ist, im gleichen Sinne und von gleicher Größenordnung.

5.) Ausbeutevergleich. Ein Qualitätsvergleich der nach verschiedenen Verfahren erhaltenen Benzine wäre unvollständig ohne einen gleichzeitigen Ausbeutevergleich der Benzine, welcher ebenfalls in Tabelle 3 gegeben ist. Auf eine Wiedergabe der Einzelunterlagen, aus denen diese Zahlen abgeleitet wurden, die nur einen ungefähren Inhalt geben sollen, wurde verzichtet, da den Ableitungen eine Reihe von Schutzungen zugrunde liegen. So wurden etwa die 6434-Benzine aus Bruchsaler und Rumänischem Öl mit 2 verschiedenen Kontakten dehydriert, von denen der eine eine extrem hohe Vergasung gab (vgl. Tab. 2) und Anmerkung in derselben), so daß die tatsächlichen Ergebnisse nicht vergleichbar waren. Ferner war die bei der Benzinierung des Rumänischen Mittelöls auf Benzin mit Endpunkt 200° gefundene Vergasung von nur 6 % unwahrscheinlich niedrig, so daß mit einem höheren Werte von 9 % gerechnet wurde. Schließlich waren bei den Krackversuchen die Koksmengen und Manipulationsverluste nicht genau bestimmt.

Die Ausbeuten bezogen auf 100 Teile gespaltenes Mittelöl (d.h. bei der Hydrierung auf eingesetztes Mittelöl, beim Kracken auf eingesetztes Mittelöl verringert um das anfallende B-Mittelöl) nehmen in der Reihenfolge 6434-Benzin, dehydriertes 6434-Benzin, Krackbenzin ab, wobei die 2. Differenz erheblich größer ist als die 1., und zwar nicht nur absolut, sondern auch prozentual höheren Isobutangehalt teilweise ausgeglichen wird. Allgemein sind die Ausbeuten bei Verarbeitung des wasserstoffärmeren rumänischen Öles die besseren, wobei die Butanmengen bei den Hydrierbenzinen nur wenig, bei dem Krackbenzin allerdings erheblich zurückgehen, da sich im letzteren Falle gleichzeitig die Vergasungszusammensetzung zu Ungunsten des Butans verschiebt.

7 Als Endergebnis kann somit festgestellt werden, daß man ausgehend von Erdölfraktionen ebenso wie ausgehend von Steinkohlevorhydrierungsmittelölen die Qualität von Krackbenzinen durch Benzinierung und anschließende Dehydrierung einer kleineren Teilfraktion leicht erreichen kann, wobei sich bei der Hydrierung noch ein Ausbeutevorteil und der Vorteil der rastlosen Verarbeitbarkeit des Mittelöles ergibt.

7 Gemeinsam mit
Dr. Donath
Frei
Nonnenmacher
Lajus
Furst.

gez. Reitz

T-374

Table 2: Benzinierung & Dehydrogenation.
Tabelle 2: Benzinierung und Dehydrierung.

Ausgangsöl Feed Oil	Mittelöl aus Bruchsaler Öl				Mittelöl aus Rumänischem Öl			
	6434-Bi Gasol. - 170°	6434-Bi Gasol. Fraction - 105°	6434-Bi Gasol. Fraction 105-170°	DHD-Abstreifer aus C.C.P. Product from	6434-Bi Gasol. - 170°	6434-Bi Gasol. Fraction - 125°	6434-Bi Gasol. Fraction 125-170°	DHD-Abstreifer aus C.C.P. Product from
Ofen-Converter	316			303/II	316			303/I
Datum-Date	9.-12.10. + 27.-29.12.41			1.-4.1.42	30.12.- 2.1.42			11.-13.1.
% of Overall Gasoline	--	(50)	(50)	--	--	50	50	--
Kontakt-Catalyst	6434			7360 J Nr. 4677	6434			7935 R.1-5 + 12-17
Druck atm	200			20	200			20
Temperatur °C	20,5/18,5			27-27,5	19			27-28
Durchsatz kg/ltr/h Std.	1,2 - 2,0			0,5	1,2			0,5
Benzinkonzentration %	55 - 78				66			--
Leistung-Yield	81-1,10				0,74			--
Vergasung/Bi + V	11,7-15,2			30 1)	6,1 3)			15,7-16,8 2)
Benzin (unstabilisiert)								
Spec. Gravity/20° C	0,718	0,671	0,756	0,780	0,726	0,693	0,774	0,795
Anilinpunkt I	+ 57,2	--	+ 56	+ 3 ber.	54,5	+ 56,3	+ 50	--
" II	+ 63,5	--	--	+ 65	--	+ 61	+ 64	--
ASTM Beginn °C	32	26	113	28	28	29	125	35
% - 50	7	26	--	8,5	6	14	✓ 125	2,5
% - 60	13	41	--	12	10	26	--	3
% - 70	18,5	56	--	17	14	38,5	--	7
% - 100	27	90	--	31,5	33	78	--	20
% - 110	44	94	--	36,5	36	88,5	--	26,5
% - 120	51,5	--	6,5	44,5	40	93	--	34
% - 130	59	--	25,5	56	46	--	-2	45
% - 150	74	--	59	75,5	58,5	--	46	69,5
% - 160	82	--	73,5	82,5	66	--	65	81
% - 170	88	--	84	86	73	--	81	89
Endpunkt °C	185	116	195	231	203	130	190	209
Gasverlust	3,2	3,1	0,5	4,0	4,5	1,6	1,0	2,5
Zusammensetzung								
Gew. % Paraffine	71,5	--	--	30	--	64,3	65,4	--
" " Naphthenes	20	--	--	6	--	27,2	16,3	--
" " Aromaten	7,5	--	--	61,5	--	6,5	16,8	--
" " Ungekennzeichnete	1	--	--	2,5	--	2,0	1,5	--
Redestillationsverlust	Nach Vermischen-After mixing with the light gasoline				10 %			4,3 %
Stabilisationsverlust	mit dem zugehörigen Leichtbenzin belonging to it.				7,3 %			4,7 %

- 1) Der verwendete Kontakt gab eine übernormal hohe Vergasung, wie es auch aus anderen Versuchen mit demselben hervorging. Außerdem wäre bei dem sehr wasserstoffreichen Ausgangsbenzin durch Senkung des Druckes in der DHD-Stufe noch eine Erniedrigung der Vergasung zu erreichen gewesen. Bei großtechnischer Fahrweise könnte mit einer Ausbeute von 77 % gerechnet werden, die auch der Ausbeuteberechnung in Tabelle 3 zugrunde gelegt wurde.
- 2) Bei großtechnischer Fahrweise wurde mit einer Ausbeute von etwa 2 % gerechnet worden.
- 3) Unwahrscheinlich niedrig, wahrscheinlicher Wert etwa 9 %.
- Note: - Comments in body of table & periods
- See manuscript for translation

Tab. 3: Produktuntersuchungen.
Tabelle 3: Produktuntersuchungen.

T-374

Ausgangsöl Feed Oil	Mittelöl aus Bruchsalen 01 P 1203	Mittelöl aus Rumanischen 01 P 1490	Mittelöl aus Rumanischen 01 P 170-350°	Mittelöl aus Rumanischen 01 P 28.11.40 bzw. 180-350° of 5.1.42				
Verfahren-PROCESS	Benzinierung	Benzinierung + Dehydrierung auf 30% Aromat	Cat. Cracker Ungesättigte aufhydriert	Benzinierung + Dehydrierung auf 30% Aromat	Cat. Cracker Ungesättigte	Benzinierung + Dehydrierung auf 30% Aromat	Cat. Cracker Ungesättigte	
Ofen-Contactor	316	303/II v.1.-4.1. + 316 v.27.-29. 12. - 105° (43:57) redist. -165°	701(Dr.Free) vgl. Bez. Comp. 198371 Dr.Free v.16.1.42	303/II	316	303/I v.30.12. 2.1. -125° (45:55) redist. -165°	701 (Dr.Free) v.109 -148 Exp.	308/I
Date Datum 1941/42	12.-17.10. +29.-30.12.			30.-31.12.	4.-7.1.			25.-26.1.
Kontakt-Catalyst	6434	6434/7360	6752	7360	6434	6434/7360	6752	7360
Druck atm	200	200/20	1	25	200	200/20	1	25
Temperatur mV	20,5 bzw. 18,5	19/27-27,5	20,5	16	19	19/27,5	22	16
Durchsatz kg/Ltr./Std.	~1,2	1,2-2,0/0,5	0,45	0,7	1,2	1,2/0,5	0,45	0,8
Benzinkonzentration	~50	---	~35	---	~45	---	~27	---
Benzinleistung-Gasol. Yield	~0,5	---	~0,12	---	~0,5	---	~0,11	---
Verg. + B1 + Verg. Gasol. + Gasol. + Gasol.	~20	~12,5/~23	~36	<1	~15	~9/~18	31,5	<1
% Ausbeute aus 100 kg Mittelöl	81	77	64	---	86	83	68,5	---
kg C ₁ Yield from HI-Oil	15	12	20	---	11,5	9	11	---
of which as paraffin kg iso-C ₄	10,5	7	17	---	8	5	9,5	---
Stabilisiertes Benzin Gasoline	135	165	155	155	135	165	155	155
Endpunkt °C	---	---	---	---	---	---	---	---
Zugehöriges Gasbenzin, das nicht zugesetzt wurde	~6,5 %	~3 %	~6 %	---	~5 %	~3 %	4 %	---
Spec. Gewicht/1500	0,716	0,731	0,722	0,720	0,710	0,751	0,753	0,731
Anilinpunkt I/II	+56,2/61,5	+34,2/63	+47,7/64,1	+49/63,2	+56,6/61,7	+30,2/65	+41,7/63	+44,6/61,8
ASTM: Beginn	45	42	43	44	43	51	45	46
% - 50	0,5	2,5	1,8	1,5	3	2,5	0,5	1,5
% - 60	4,5	18	11	10	9	12	7	7
% - 70	14	36	26,5	26,5	25	47	20	20
% - 100	56,5	67,5	55,2	61	62,5	67,5	54	53
% - 120	84	81	73	79	86	77	72	74
% - 130	94	86	82	86,5	94	77	82	82,5
% - 140	---	90,5	90,5	93	---	84	88	90
% - 150	---	94	96	96,5	---	91	94	95,5
% - 160	---	97,5	---	---	---	95,5	---	---
Endpunkt 00/1%	156/98,8	165/99	155/98	153/97	136/97,2	165/97,5	159/98	157/98
Zusammensetzung Composition								
Gew. % Paraffins	66,5	51,5	62,4	63,5	68	47,5	55	57
" " Naphthenes	26	15,5	15,1	18,5	25	17	16,5	21
" " Aromaten	6,5	31,5	19,5	17	6	34,5	24,5	20
" " Ungesättigte Unsaturated	1	1,5	3,0	1	1	1	4	2
Iodine Numb. Jodzahl (Hanus 38)	0,407	0,549	0,494	0,453	0,407	0,339	0,400	---
vapor press. Dampfdruck atm	84,93	85,96	---	85,47	84,74	86,43	85,76	85,92
% C	15,10	13,85	---	14,60	15,28	13,50	14,1	14,09
% H	69,7	81,2	---	---	---	84,8	---	78
O.N. Res.-Meth.	68,2	79,0	76	76	69,7	73,2	74,7	72
Not.-Meth.	89,2	94,2	93,5	94	91,2	92,8	---	92,5
Not.-Meth. + 0,12 % Pb	---	---	---	---	---	---	---	---
Überladung overload	1/2 (1 Min.) - 1 atm unter B4 below	1/2 Min. 1/2 atm unter B4 below	3/4 atm über B4 above	3/4 atm über B4 above	wie B4 1 atm unter B4 below	1 atm unter B4 below	1 atm unter B4 below	1 atm unter B4 below
Bombentest Abfall	0	0	Abfall	0	0	0	0	0
Glasschale vorher/nachher mg.	0/7,6	0/19,8(5,8)	---	3,0/8,7	1,1/5,2	1,9/7,7	---	---
Cu-Schale mg	3,6	1,7	---	5,8	2,0	3,0	---	---

Table 41. Residual Gasoline Investigation
Tabelle 4: Restbenzinuntersuchungen

T-374

Ausgangsoil - Feed Oil	Mittelöl aus Bruchsalzer Öl P 1203				Mittelöl aus Rumänischem Öl P 1490 170-350°			
Verfahren - Process	Benzinierung	Benzinierung + Dehydrierung Polyhydrogenation	Cat. Cracken unsaturated hydrogenated	Cat. Cracken Ungesättigte anhydriert	Benzinierung	Benzinierung + Dehydrierung Polyhydrogenation	Cat. Cracken unsaturated hydrogenated	Cat. Cracken Ungesättigte anhydriert
<u>Residual Gasoline</u> <u>Restbenzin</u>	<u>Geschätzt</u>							
Gew. %/wt.	90	68	79,5	82	90	66	75	79,4
Spec. Gewicht/15°	0,707	0,682	0,696	0,695	0,701	0,703	0,705	0,705
Anilinpunkt I/II	-/+ 61,5	+ 62,2/63,4	+ 62,9/64,5	+ 63,6/63,2	+ 61,5/61,7	+ 60,6/62,1	+ 60,6/63,3	+ 61,6/62,6
ASTM: Beginn °C	45	42	39	44	43	47	44	45
% - 50	0,5	5	4	1	1,5	1	1,5	1
% - 60	4,5	31	18	8,5	9,5	6,5	9,5	8,5
% - 70	14	51	32,5	33	24,5	22	16	25
% - 80	29	66,5	44	47	39,5	39	39	39
% - 90	42	78,5	54	58,5	51	53	51,5	52,5
% - 100	56,5	87	64	69	64	65,5	62,5	63
% - 120	84	94,5	78	84,5	86	85	78	79
Endpunkt °C	134/98,8	140/97,8	153/97,2	151/97,5	134/97	154/98,2	159/98	155/98,2
<u>Zusammensetzung:</u>								
Gew. % Paraffins	71,5	73,5	79	76,8	72,5	71,5	72	71,5
" " Naphthene	28	24	17,5	22,2	27	26	21,5	26,5
" " Aromaten	0,5	1,5	2	0,5	0,5	2,5	4	1
" " Ungesättigte		1	1,5	0,5			2,5	1
O. & Mot.-Meth.	66,5	72,3	69,7	72	70,2	68	70,5	69,2
N.M. + 0,12 % Pb	88,5	100	91,2	92	89,6	90,1	91,2	86
<u>Residual Gasoline</u> <u>Restbenzin - 100°</u>								
O. & M.M./M.M. + 0,12 % Pb	73,8/95	--	80/103,5	--	74,7/95,6	72,2/93,6	--	78/--
<u>Residual Gasoline</u> <u>Restbenzin >100°</u>								
Gew. %/wt.	--	--	31,4	--	31	17,4	--	33,4
Spec. Gewicht/15°	--	--	0,745	--	0,746	0,747	--	0,746
Anilinpunkt I/II °C	--	--	+ 61,7/63,7	--	+ 60,2/61	+ 57,5/64,5	--	+ 59,7/61,4
ASTM: Beginn °C	--	--	109	--	106	110	--	100
% - 120°	--	--	25,5	--	52,5	20	--	46
Endpunkt °C	--	--	160	--	142	166	--	163
O. & Mot.-Meth.	54,7/80	--	47,3/75,2	--	56,7	--	--	52,6/--
<u>Extrakt</u>								
Gew. %/wt.	~ 7	31	20,5	16,5	7,2	31	21	18,8
Spec. Gewicht/15°	--	0,871	0,865	0,871	0,867	0,871	0,857	0,872
Anilinpunkt °C	--	-59,5	-55,8	-57,8	-56,4	-58	-51	-59,9
% Benzol	--	7	6,5	--	--	7	8,5	5
% Toluol	--	31	24	--	--	24	28	29,5
% Xylol	--	40	54	--	--	40,5	42	50
% höhere Aromaten higher	--	26,5	15	--	--	28	17	15

Note: - Commas - periods

Table 5: Decomposition of Fractions

Tabelle 5: Fraktionszerlegungen. 121-oil from Bruchsal Oil

(M-Oil from Rumänien Oil)

T-374

Ausgangsöl - Feed Oil	Mittelöl 1 P 1203			aus Bruchsal Oil			Mittelöl aus Rumänischem Öl P 1490
Verfahren - Process	Benzinierung + Dehydrierung		Benzinierung + Dehydrierung	Cat. Cracker unsaturated hydrogenated	Cat. Cracker ungesättigte aufhydriert	Benzinierung + Dehydrierung	Benzinierung + Dehydrierung
Fraktion - 750 Gew. %/wt.	27,6 1)	21,1	39,6	36,8	40	17,1 3)	22,4
Spez. Gewicht/15°	0,673	0,656	0,661	0,657	0,661	0,675	0,662
Anilinpunkt I/II °C	+ 58 / 61	+ 55,2 / 58,2	+ 58,4 / 62,8	+ 56,6 / 66,4	+ 62 / 64	+ 61,8 / 63,8	+ 59,5 / 61,3
ASTM: Beginn	18	34	35	36	36	42	36
50% Punkt	43	48,5	49	49,5	52	60	51
Ende	81 / 90,8 %	87 / 96,5 %	85 / 98,5 %	81 / 97,3 %	76 / 97,3 %	82 / 97,5 %	77 / 97 %
Gew. % Aromaten	3,5	2	5	12	2,5	2	3
O.Z. M.M./M.M. + 0,12% Pb	81,9/103	80,8 / 103	72,6 / 102,4	83 / 102	81,9 / --	76,5 / 96,1	75,8 / 101
75 - 100°: Gew. %	12	32,1	23,7	18,8	17,1	17,5	23,5
Spez. Gewicht/15°	0,713	0,707	0,722	0,728	0,724	0,723	0,724
Anilinpunkt I/II °C	+ 55,7/59,8	+ 56,6/60,2	+ 46,8/60,4	+ 52,1/61,3	+ 52/59,8	+ 54,4/58,4	+ 49/59,2
ASTM: Beginn	73	65	67	73	78	72	71
50% Punkt	87	82	82,5	85	87,5	79	84,5
Ende	108	105	101	104	104	107	103
Gew. % Aromaten	5	4,5	16	11	9,5	5	12
O.Z. M.M./M.M. + 0,12% Pb	69,7 / --	73 / 92,8	73 / 92	74,7/92,5	72,5 / --	67,4 / 89,8	70,8 / 91,2
100 - 120°: Gew. %	10,9	21,4	13,4	10,7	17,9	19	17,9
Spez. Gewicht/15°	0,740	0,743	0,787	0,756	0,759	0,746	0,769
Anilinpunkt I/II °C	+ 52,7/59,4	+ 52,3/59,7	+ 12,7/60,3	+ 49,1/59,8	+ 42/59,5	+ 51,7/59,2	+ 29,1/59,8
ASTM: Beginn	93	100	92	98	97	99	96
50% Punkt	105,5	107,5	106	106	106	107	106
Ende	116	120	122	124	124	123	122
Gew. % Aromaten	8	9	47,5	13	20,5	9	33,5
O.Z. M.M./M.M. + 0,12% Pb	63,7 / --	63,2 / 86,8	73,6 / 88,5	72,5 / --	70,4 / --	62/85,8	68/88
120 - 140°: Gew. %	16,5	24,7	10,6	19,4	13,3	17,4	17,4
Spez. Gewicht/25°	0,757	0,759	0,837	0,784	0,789	0,765	0,807
Anilinpunkt I/II °C	+ 52,7/61,8	+ 52,8/62,4	+ 24,1/+63,9	+ 38,5/63,4	+ 23,8/62,5	+ 50,5/61,4	+ 5,7/63,4
ASTM: Beginn	114	120	110	118	121	121	118
50% Punkt	124,5	129	131	128	128,2	128,5	128
Ende	142	143	141	142	139	145	143
Gew. % Aromaten	11	11,5	81	28	41	13	55,5
O.Z. M.M./M.M. + 0,12 % Pb	55,8/79,6	52,6/77,5	86,8 / --	70,2 / 83	67,4 / --	56,4/80	73,2/83,5
140 - 160°: Gew. %	13,12		12,4	14,3		18,6	11,2
Spez. Gewicht/15°	0,771		0,868	0,794		0,845	0,801
Anilinpunkt I/II °C	+ 55/65,2		+ 42,1/+70,5	+ 29,3/67,8		+ 17,9/+ 69	+ 23,6/66,7
ASTM: Beginn	136		140	140		142	141
50% Punkt	146		156,5	148		155,3	147
Ende	162		194	172		177	172
Gew. % Aromaten	12		95	40,5		78,5	44,5
O.Z. M.M./M.M. + 0,12 % Pb	43/73,6		94,5 / --	62,3 / --		84/91	67,4 / --

1) Zerlegung des instabilisierten Produktes, daher 8,2 % Dest.-Verlust der Fraktion.

2) Endfraktion 19,1 % of 160-194°; 0,786; A.P. + 59/69,8; 50% - 175°; O.Z. 20/62,8.

3) Zerlegung des instabilisierten Produktes. Es wurden von dieser Fraktion 28,6 % bei 50° herausgeschnitten, die nicht untersucht wurden.

(Decomposition of the unstabilized product, before this)

(was cut out, which were not investigated.)

Comparison of Hydrogenation and
Cracking Gasolines from Petroleum Middle Oils
By Reitz, Donath, et al, Ludwigshafen, 23 April 1942
(With 2 Sketches)

Synopsis.

The following hydrogenation gasolines were produced from petroleum middle oils (Bruchsal and Rumanian) in 1 liter converters:

- 1) 200 atm 6434 - gasoline, end point 135° C.
- 2) The same with end point 185° C, decomposed into 50% light gasoline and 50% heavy gasoline, producing a mixed gasoline with end point 165° C (after redistillation) and about 30% aromatics by dehydrogenation of the latter with K-7366 at 25 atm.

The samples were thoroughly investigated (residual gasoline, octane number of 20° fractions, overload curve) and compared with the following catalytic cracking gasolines made by Dr. Froe in a 50 liter converter:

- 3) 6752-cracking gasolines, end point 155° C.
- 4) The same catalytically refined, i.e. olefins hydrogenated, in 1 liter converter @ 20 atm over K-7360.

The following table shows the most important results:

Gasoline Sample	End-point	%-100°C	%wt. Aromat.	vapor-press.	O.N. (M.M.) & 40-12 & Pb	Resid. Gas. O.N.	Quality
6434 Gasoline from Bruchsal Oil	135	57	7	0.41	68/89	66.5/88.5	barely B ₄
6434 Gasoline from Rumanian Oil	135	63	6	0.47	69.5/91	70/89.5	like B ₄
Dehydr. 6434 Gasol. fr. Bruchsal Oil	165	63	35	0.55	79/91	72/100	slightly above C ₁
Dehydr. 6434 Gasol. fr. Rumanian Oil	165	47	32	0.34	73/93	69/90	barely C ₁
Crack. Gasol. fr. Bruchsal Oil	155	56	20	0.47	76/92.5	69.5/91	like B ₄
Ditto, unsaturated hydrogenated	155	61	17	0.45	76/91	72/92	slightly above B ₄
Crack. Gasol. fr. Rumanian Oil	155	56	25	0.40	74.5/-	70.5/91	average between C ₁ & B ₄
Ditto, unsaturated hydrogenated	155	53	20	?	72/92.5	69/86	

Decomposition of Fractions.

The differences between the various gasoline samples in the octans number of the fractions were essentially due to the difference in aromatics content and are, therefore, appreciable only above 100° C. The cracked gasolines are between the 6.34 gasolines and the dehydrogenated gasolines. Below 100° C the cracked gasolines appear to be 2-3 points better than the hydrogenation gasolines.

Residual Gasolines.

The cracked gasolines are somewhat superior to hydrogenation gasolines in the octane numbers of the residual gasoline fractions, apparently more so in the upper than in the lower fractions.

Overload Behavior.

In the examination of the above table the various percentage contents to 100° C or the various vapor pressures of the individual gasoline samples must be taken into consideration. After converting the data to equal vapor pressure (0.45 atm) by the addition of light end constituents, which were not added to the gasolines in their production, or by the removal of a part of the pentane, the following condition prevails:

B-quality will be obtained from Rumanian middle oil by benzinization, a quality between B₁ and C₁ by cracking, and C₁ quality by benzinization in combination with dehydrogenation of the upper 50% fraction. The respective gasolines from Buchsal middle oil are somewhat poorer in quality. The influence of the hydrogenation of olefins on the quality of cracked gasolines is not quite clear with the various feed oils and unimportant in any case.

Comparison of Yields.

The following approximate figures may be expected:

Feed Oil	Bruchsal Middle Oil			Rumanian Middle Oil		
	Gasoline	Butane	(of which Iso)	Gasoline	Butane	(of which Iso)
From 100 kg split M ₁ -Oil are obtained:	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Benzination	81	15	(10.5)	86	11.5	(8)
Benzin. + DHD	77	12	(7)	83	9	(5)
Catalyt. Cracking	64	20	(17)	69	11	(9.5)

The evaluation of the cracked gasolines in comparison with the hydrogenated gasolines is essentially the same as with former similar comparative experiments based on bituminous coal prehydrogenation middle oil.

The Experiments.

This report deals with experiments for quality comparisons between catalytic cracking gasolines and hydrogenation gasolines from the same feed material. These experiments were made in continuation of comparison experiments with bituminous coal prehydrogenation middle oil and petroleum middle oils, compare report 19906 of 28 January 1942. Two middle oils were taken one H₂-rich (Bruchsal) and one H₂-poor (comparatively) from Rumanian oil, compare

2752

Table 1. The cracked gasolines were made by Dr. Free in a 50 liter converter over synthetic aluminum silicate. Besides the standard cracked gasoline, a sample was made, in every case, in which the unsaturated were catalytically hydrogenated @ 25 atm and 16 mV with catalyst 7360. The following two samples of hydrogenation gasolines were made from each feed oil in 1 liter converters:

1. - 6434 gasoline with an end point of about 135° C, obtained by recycling the B-middle oil.

2. - Dehydrogenation gasoline with an end point of 165° C, obtained from 6434 gasoline with an end point of 170 by decomposition into 2 quantitatively equal fractions, dehydrogenating the heavier fraction over K-7360, mixing the DHD obtained with the light fraction and redistilling to 165° C end point. The cracked gasolines had an end point of 155° C. The various end points were selected in order to obtain an optimum in each operating method, i.e. greatest possible yield without too great a deterioration of quality by too high boiling constituents.

Table 1. Feed Oils

	Bruchsal Middle Oil		Rumanian Middle Oil	
	P-1203 200 to 325° C 15/9/41	P-1203 180-330° C 3/11/41	P-1490 170-350° C 28/11/41	P-1490 180-350° C 5/1/42
Spec. Grav./20° C	0.811	0.812	0.829	0.835
A.P. °C	+67.5	+71.8	+62.5	+63.5
ASTM:				
Initial Boil °C	162	188	170	180
%-180	10.5	--	1.5	--
%-200	20.5	6	12.5	6
%-225	35	22.5	30	19
%-250	51	43	44	40
%-275	68.5	63	59	56
%-300	89	84	72	74
%-325	--	96	83.5	86
%-350	--	--	93	93
End Point °C	328	330	357	357
%	99	98.5	97.5	98
Remarks	run in October	run in December and at the crack. exp.	used for hydr.exp.	used for the crack. exp.

Product Comparisons.

The product comparisons were made principally in 3 directions: comparison of overload behavior, comparison of octane numbers of 25° C fractions, and comparison of residual gasolines.

1. Decomposition of Fractions. (See Table 5 and Fig. 1)

The fractions of cracked gasoline from Rumanian oil were not decomposed. The octane numbers of the fractions are largely dependent upon 275c

their aromatics content. Appreciable differences between the individual fractions are, therefore, obtained only in the range above 100°, in which the aromatic contents show greater differences. Below 100° the cracked gasolines appear to have a basic octane number about 2 points higher than the hydrogenation gasolines while the lead values are practically the same for all samples. Above 100° the aromatics content, as well as the basic octane number of the cracked gasolines, are between the 6434 gasolines and the 6434 gasolines dehydrogenated to about 30% aromatics. The lead values of the cracked gasolines are more like those of the 6434 gasolines not dehydrogenated and are only slightly above them. In general, the results are the same as those of the corresponding comparative experiments based on bituminous coal prehydrogenation middle oil.

The original and the hydrogenated cracked gasoline samples do not differ very clearly in their octane numbers. The big differences in the aromatics distribution may not be real and are possibly due to varying sharp distillation in the decomposition of the fractions.

The corresponding gasolines from Bruchsal and Rumanian oil differ only very little from each other. In the 6434 gasolines it is noticeable that at 80° the gasoline from Rumanian oil is distinctly inferior to that from Bruchsal oil, while at 90° and 110° both gasolines are alike. With the dehydrogenated gasolines, the differences in octane numbers are due to the somewhat varying aromatics distribution.

2. Residual Gasolines. (See Table 4 and Fig. 2)

Besides the overall residual gasolines, fractions to and above 100°C were investigated. With the overall gasolines (Gesamtbenzinen) the differences between the individual samples are primarily dependent upon the differences in the residual gasoline boiling curves. Thus, in the products from Bruchsal oil the residual gasoline octane numbers run clearly parallel to the 2-70 or -100°C, which vary greatly with these products, while in the products from Rumanian oil, which show very similar residual gasoline boiling curves among themselves, the residual gasoline octane numbers also equal each other within 2.5 points.

In detail it was found that in the cracked gasoline from Bruchsal oil, the basic octane number rises with the hydrogenation of olefins, while it drops in the cracked gasolines from Rumanian oil. In the latter case a similar, but even greater change in the lead value could be observed. Based on an equal boiling curve, no clear advantage of the cracked gasolines over hydrogenation gasolines can, therefore, be found from the overall residual gasoline octane numbers, but see below.

When Rumanian oil is used as feed material, the basic residual gasoline octane numbers are about 2 points better than with Bruchsal oil, while the differences in the lead values due to the paraffinic character of the products from Bruchsal oil disappear.

The octane numbers of the residual gasoline fractions to and above 100°C are too incomplete and are, therefore, not discussed here. Furthermore, in the fractions to 100°C the boiling curves, without which an evaluation is hardly possible, are missing. The superiority of the cracked gasoline in the residual gasoline to 100°C, where it isn't based on boiling curve differences, would be limited to the slight advantage in the octane number of the overall gasoline fractions determined above.

275 d

Finally, the residual gasoline octane numbers of the fractions were calculated from their octane numbers in the same way as in previous comparative experiments. This shows a superiority of the cracked gasolines from Bruchsal oil, equal to about 2 points in the lowest fractions and increasing rapidly in the higher fractions. Apparently, the cracked gasoline not hydrogenated is even better than the hydrogenated. It should be pointed out that the corresponding experiments based on bituminous coal showed a smaller difference between cracked and hydrogenation gasolines in the upper fractions. As expected, the residual gasoline octane number of the dehydrogenated fractions becomes still worse by dehydrogenation of the 6434 gasolines.

3. Aromatics Composition.

The percentage composition of aromatics extracted from the cracked gasolines and the dehydrogenated 6434 gasolines is very similar, see Table 4. The toluol fractions are between 24 and 31% and the xylol fractions between 54 and 40%.

4. Overload Behavior. (See Table 3 and table in synopsis)

In comparing the overload behavior of the various gasoline samples the differences in their boiling curves must be considered, which was not necessary in the foregoing comparisons. The gasolines were freed of butane, but the light end constituents obtained in their production were not altogether added to them. If all the gasolines were to have been compared at equal vapor pressure, about 0.45 atm, light ends could have been added to them in some cases, and only from the dehydrogenated 6434 gasolines from Bruchsal middle oil would some pentane have had to be stabilized out. In this case, the differences in the % to 70 and to 100° C would be largely eliminated. With the gasolines under consideration it may be expected that the addition of 7% pentane with about 90% iso-content would increase the vapor pressures by about 0.1 atm, the octane numbers and residual gasoline octane numbers by 1.2 points, and the minimum of the overload curves by about 1/2 atm. The quantities of light ends (Gasbenzin), principally C₅ hydrocarbons, obtained in the individual cases, but not added to the gasolines, (they would have been available for adjusting the vapor pressure), are given in Table 3.

With the 6434 gasolines cut off at 135° C and point B₄ quality is obtained. The quality of the gasoline from Bruchsal oil is somewhat inferior to that from Rumanian oil and, therefore, rather low, but could have been improved to some extent by adding light ends.

The cracked gasolines are of somewhat better quality than the 6434 gasolines, largely because of their higher aromatics content of 17 to 25%, against 6 to 7% for the latter. B₄-quality is easily obtained from Bruchsal oil; after hydrogenation the quality is even somewhat above B₄. The cracked gasoline from Rumanian oil is distinctly better than that from Bruchsal oil, about half way between B₄ and C, quality before, as well as after, hydrogenation. It may be recognized at the same time that the octane numbers do not represent a sufficient measure of quality, because the octane number of the samples from Bruchsal oil was higher than that from Rumanian oil.

That the better quality of the cracked gasolines is actually essentially based on their higher aromatics content and not on the smaller

differences in the residual gasoline octane numbers determined above can be recognized by considering the 6434 gasolines dehydrogenated in their upper fractions, which attain C₁ quality with 32 to 35% aromatics and are, therefore, considerably better than the cracked gasolines. The influence of the raw material is only slight in this case too. By correcting the boiling curves and vapor pressure one can estimate that C₁ quality is barely obtained with Bruchsal oil, while it is readily obtained with Rumanian oil. As would be expected, the influence of the raw material is alike in all 3 cases and of the same magnitude.

5. Comparative Yields.

A comparison of quality of the gasolines obtained by various processes would be incomplete without a simultaneous comparison of yields, which is also given in Table 3. It was not considered necessary to repeat the detailed data from which these figures, intended only to give an approximate idea, were derived, because the derivations are based on a number of estimates. For example, the 6434 gasolines from Bruchsal and Rumanian oil were dehydrogenated with 2 different catalysts, from one of which extremely high gasification was obtained, (see Table 2 and remarks to it), so that the actual results could not be directly compared. Furthermore, the gasification of only 6% obtained in the benzination of the Rumanian middle oil to gasoline with an end point of 200° C was unlikely low, so that we figured on a higher value of 9%. Finally, in the cracking experiments the quantities of coke and manipulation losses were not accurately determined.

The yields based on 100 parts of split middle oil, i.e. on the middle oil fed in hydrogenation, or on the middle oil fed less the B-middle oil obtained in cracking, decrease in the order of 6434 gasoline, dehydrogenated 6434 gasoline and cracked gasoline, whereby the second difference is considerably greater than the first, which, however, is partly balanced by the simultaneously greater butane content and the equally greater isobutane content, absolute, as well as percentage-wise. In general, the yields are better in the processing of the H₂-poorer Rumanian oils, wherein the quantities of butane decrease only slightly in the hydrogenation gasolines but appreciably in the cracked gasolines, since, in the latter case, the composition of gasification is simultaneously shifted to the detriment of the butanes.

In conclusion it may be said that, with petroleum middle oil feed as well as with bituminous coal prehydrogenation middle oil feed, the quality of cracked gasolines can readily be attained by benzination and subsequent dehydrogenation of a small partial fraction, with the additional advantages in yield and complete processing of the middle oils.

T-374

Table 2: Benzination & Dehydrogenation.

T-374
(Table 2)

Feed Oil	Mi-Oil from Bruchsal Oil				Mi-Oil from Rumanian Oil			
	6434-Gasol. - 170°	6434-Gasol. Fraction - 105°	6434-Gasol. Fraction 105-170°	DHD- C.C.P. Product from	6434-Gasol. -170°	6434-Gasol. Fraction -125°	6434-Gasol. Fraction 125-170°	DHD- C.C.P. Product from
Converter	316			303/II	316			303/I
Date	9-12-10 + 27-29-12-41			1-4-1-42	30-12-42 2-1-42			11-13-1.
% of Overall Gasoline		(50)	(50)			50	50	
Catalyst	6434			7360	6434			7935 F.1-5
Press. atm	200			20	200			+12-17 20
Temperature mV	20.5/18.5			27-27.5	19			27-28
Thruput kg/Ltr/h	1.2 - 2.0			0.5	1.2			0.5
Gasol. concentration %	55 - 78				66			
Yield	0.81-1.10				0.74			
Gasif./Gasol. + Gasif.	11.7-15.2			30 1)	6.1 3)			15.7-16.8 2)
Gasol. (unstabilized)								
Spec. Grav./20° C	0.718	0.671	0.756	0.780	0.726	0.693	0.774	0.795
Aniline Point I	+ 57.2		+ 56	+ 3 bar.	54.5	+ 56.3	+ 50	
Aniline Point II	+ 63.5			+ 65		+ 61	+ 64	
ASTM Begin °C	32	26	113	28	28	29	125	35
50	7	26		8.5	6	14	125	2.5
60	13	41		12	10	26		5
70	18.5	56		17	24	38.5		7
100	27	90		31.5	33	78		20
110	44	94		36.5	36	88.5		25.5
120	51.5		6.5	44.5	40	99		34
130	59		25.5	56	46		2	45
140	74		59	72.5	58.5		46	63.5
150	82		73.5	82.5	66		65	81
160	88		84	86	73		81	89
End Point °C	185	116	195	231	209	130	190	209
Gas Loss	3.2	3.1	0.5	4.0	1.5	1.6	1.0	2.5
Composition								
%wt. Paraffins	71.5			30		64.5	65.4	
%wt. Naphthenes	20			6		27.2	16.3	
%wt. Aromatics	7.5			61.5		6.5	16.8	
%wt. Unsaturated	1			2.5		2.0	1.5	
Redistillation	) After mixing with the light gasoline				10 %			4.3 %
Stabilisation Losses	) belonging to it.				7.3 %			4.7 %

1) The catalyst used gave an abnormally high gasification, similar to other experiments with it. Furthermore, a lower gasification would have been possible with the very H₂-rich feed gasoline by lowering the pressure in the DHD stage. In large scale production a yield of 77% could be which was also used in calculating the yields in Table 3.

2) In large scale production a yield of about 82% could be expected.

3) Abnormally low, more likely 9%.

275g

T-374

Table 3: Product Investigation

T-374
(Table 3)

Feed Oil	Mi-Oil from Bruchsal Oil P 1203				Mi-Oil from Rumanian Oil P 1490 fr 170-350° of 28.11.40 and 180-350° of 5.1.42			
Process	Benzination	Benzination + Dehydrogenation to 30% Aromat. 303/11 v.l.-4.1. + 316-27.-29. 12.-105° (43:57) redist. -165°	Cat. Cracking	Cat. Cracking Unsaturated Hydrogenated 303/11	Benzination	Benzination + Dehydrogenation to 30% Aromat. 303/1 v.30.12.- 2.1 - 125° (45:55) redist. -165°	Cat. Cracking	Cat. Cracking Unsaturated
Converter	316		701 (Dr. Free) Comp. Rep. 193371 Dr. Free 16.1.42		316		701 (Dr. Free) Exp. 109 -148	308/1
Date 1941/42	12.-17.10. +29.-30.12.			30.-31.12.	4.-7.1.			25.-26.1.
Catalyst	6434	6434/7360	6752	7360	6434	6434/7360	6752	7360
Press. atm	200	200/20	1	25	200	200/20	1	25
Temperature mV	20.5 & 18.5	~19/27-27.5	20.5	16	19	19/27.5	22	16
Thruput kg/ltr./h	~1.2	1.2-2.0/0.5	0.45	0.7	1.2	1.2/0.5	0.45	0.8
Gasol. Concentration	~50		~35		~45		~37	
Gasol. Yield	~0.5		~0.12		~0.5		~0.11	
Gasif + Gasol + Gasif.	~20	~12.5/~23	~36	~1	~15	~9/~18	~31.5	~41
% Yield from 100 kg Mi-Oil	81	77	64		86	63	68.5	
kg C ₄	15	12	20		11.5	9	11	
of which kg iso-C ₄	10.5	7	17		8	5	9.5	
Stabilized Gasoline								
End Point °C	135	165	155	155	135	165	155	155
Light ends going with it but not added to it	~6.5 %	~3 %	~6 %		~5 %	~3 %	4.5	
Spec. Grav./15°C	0.716	0.731	0.722	0.720	0.710	0.751	0.753	0.731
Aniline Point I/II	+56.2/61.5	+34.2/63	+47.7/64.1	+49/63.2	+56.6/61.7	+30.2/6	+41.7/63	+44.6/61.8
ASTM: Begin	45	42	43	44	43	51	45	46
% - 50	0.5	2.5	1.8	1.5	2		0.5	1.5
% - 60	4.5	18	11	10	9	2.5	7	7
% - 70	14	36	26.5	26.5	25	12	20	20
% - 100	56.5	67.5	55.5	61	62.5	47	54	53
% - 120	84	81	73	79	86	67.5	72	74
% - 130	94	86	82	86.5	94	77	82	82.5
% - 140		90.5	90.5	93		84	88	90
% - 150		94	96	96.5		91	94	95.5
% - 160		97.5				95.5		
End Point °C/%	136/98.8	165/99	155/98	155/97	136/97.2	165/97.5	159/98	157/98
Composition								
%wt. Paraffins	66.5	51.5	62.4	63.5	68	47.5	55	57
%wt. Naphthenes	26	15.5	15.1	18.5	25	17	16.5	21
%wt. Aromatics	6.5	31.5	19.5	17	6	34.5	24.5	20
%wt. Unsaturated	1	1.5	3.0	1	1			2
Iodine Numb. (Hanus 38)		5.2	15.7		3.0	6.5	38.7	~2.5
Vapor press. atm	0.407	0.549	0.494	0.453	0.407	0.359	0.400	
% C	84.93	85.94		85.47	84.74	86.43	85.76	85.02
% H	15.10	13.85		14.53	15.26	13.50	14.1	14.09
O.N. Res.-Meth.	69.7	31.2			69.7	84.8		78
Mot.-Meth.	68.2	79.0	76	76	73.2	73.2	74.1	72
Mot.-Meth.-0.12 % Pb	89.2	94.2	93.5	94	91.2	92.6		92.5
Overload	1/2 (Min.) - 1 atm below B ₄	Min. 1/2 atm above C ₁	3/4 atm above B ₄	3/4 atm above B ₄	like B ₄ in fatty range slight- ly poorer	Min. 1 atm below C ₁	Mean Botm. B ₄ & C ₁ in fatty range slightly poorer	like 65/3, at Min. slightly poorer

275 L

Table 4: Residual Gasoline Investigation

Feed Oil	MI-Oil from Bruchsal Oil P 1203				MI-Oil from Rumanian Oil P 1490 170-3500			
Process	Benzination	Benzination + Dehydrogenation	Cat. Cracking	Cat. Cracking Unsaturated Hydrogenated	Benzination	Benzination + Dehydrogenation	Cat. Cracking	Cat. Cracking Unsaturated Hydrogenated
<u>Residual Gasoline</u>	estimated							
%wt.	90	68	79.5	82	90	66	75	79.4
Spec. Grav./15°	0.707	0.682	0.696	0.695	0.701	0.703	0.705	0.705
Aniline Point I/II	-4 61.5	+62.2/63.4	+62.9/64.5	+63/63.2	+61.5/61.7	+60/62.1	+60/63.3	+61.6/62.6
ASTM: Begin °C	45	42	39	44	43	47	44	45
% - 50	0.5	5	4	1	1.5	1	1.5	1
% - 60	4.5	31	18	8.5	9.5	6.5	9.5	8.5
% - 70	14	51	32.5	33	24.5	22	16	25
% - 80	29	66.5	44	47	39.5	39	39	39
% - 90	42	78.5	54	58.5	51	53	51.5	52.5
% - 100	56.5	87	64	69	64	65.5	65.5	63
% - 120	84	94.5	78	84.5	86	85	78	79
End Point °C	134/98.8	140/97.8	153/97.2	151/97.5	134/97	154/98.2	159/98	155/98.2
<u>Composition:</u>								
%wt. Paraffins	71.5	73.5	79	76.8	72.5	71.5	72	71.5
%wt. Naphthenes	28	24	17.5	22.2	27	26	21.5	26.5
%wt. Aromatics	0.5	1.5	2	0.5	0.5	2.5	4	1
%wt. Unsaturated		1	1.5	0.5			2.5	1
O.N. Mot.-Meth.	66.5	72.3	69.7	72	70.2	68	70.5	69.2
M.M. + 0.12% Pb	88.5	100	91.2	92	89.6	90.1	91.2	86
<u>Residual Gasol. -100°</u>								
O.N. M.M./M.M. + 0.12% Pb	73.8/95		80/103.5		74.7/95.6	72.2/93.6		78/-
<u>Residual Gasol. >100°</u>								
%wt.			31.4		31	17.4		33.4
Spec. Grav./15°			0.745		0.746	0.747		0.746
Aniline Point I/II °C			+61.7/63.7		+60.2/61	+57.5/64.5		+59.7/61.4
ASTM: Begin °C			109		106	110		100
% - 120°			25.5		52.5	20		46
End Point °C			160		142	166		163
O.N. Mot.-Meth.	54.7/80		47.3/75.2		56.7			5.6/-
<u>Extract</u>								
%wt.	~7	31	20.5	16.5	7.2	31	21	18.8
Spec. Grav./15°		0.871	0.865	0.871	0.867	0.871	0.857	0.872
Aniline Point °C		-59.5	-55.8	-57.8	-56.4	-58	-51	-59.9
% Benzol		7	6.5			7	8.5	5
% Toluol		31	24			24	28	29.5
% Xylol		40	54			40.5	42	50
% higher Aromatics		26.5	15			28	17	15

T-374

Table 5: Decomposition of Fractions

T-374
(Table 5)

Feed Oil	M1-Oil from Bruchsal Oil P 1203					M1-Oil from Rumanian Oil P 1490	
	Benzination		Benzination + Dehydrogena- tion	Cat. Cracking	Cat. Cracking Unsaturated Hydrogenated	Benzination	Benzination + Dehydrogenation
Fraction - 75% Spec. Grav./15° Aniline Point I/II °C ASTM: Begin 50% Point End %/wt. Aromatics O.N.: M.M./M.M. + 0.12% Pb	27.6 1) 0.673 + 58 / 61 18 43 81 / 90.8% 3.5 81.9/103	21.1 0.656 + 55.2 / 58.2 34 48.5 87 / 96.5 % 2 80.8 / 103	39.6 0.661 + 58.4 / 62.8 35 49 85 / 98.5 % 5 72.6 / 102.4	36.8 0.657 + 56.6 / 66.4 36 49.5 81 / 97.3 % 12 83 / 102	40 0.661 + 62 / 64 36 52 76 / 97.3 % 2.5 81.9 / --	17.1 3) 0.675 + 61.8 / 63.8 42 60 82 / 97.5 % 2 76.5 / 96.1	22.4 0.662 + 59.5 / 61.8 36 51 77 / 97 % 3 79.8 / 101
75 - 100% Spec. Grav./15° Aniline Point I/II °C ASTM: Begin 50% Point End %/wt. Aromatics O.N.: M.M./M.M. + 0.12% Pb	12 0.718 + 55.7/59.8 73 87 108 5 69.7 / --	32.1 0.707 + 56.6/60.2 65 82 105 4.5 73 / 92.8	23.7 0.722 + 46.8/60.4 67 82.5 101 16 73 / 92	18.8 0.718 + 52.1/61.3 73 85 104 11 74.7/92.5	17.1 0.724 + 52/59.8 78 87.5 104 9.5 72.5 / --	17.5 0.723 + 54.4/58.4 72 79 107 5 67.4 / 89.8	23.5 0.724 + 49/59.2 71 84.5 103 12 70.8 / 91.2
100 - 120% Spec. Grav./15° Aniline Point I/II °C ASTM: Begin 50% Point End %/wt. Aromatics O.N.: M.M./M.M. + 0.12% Pb	10.9 0.740 + 52.7/59.4 93 105.5 116 8 63.7 / --	21.4 0.743 + 52.3/59.7 100 107.5 120 9 63.2 / 86.8	13.4 0.787 + 12.7/60.3 92 106 122 47.5 73.6 / 88.5	10.7 0.756 + 49.1/59.8 98 106 124 13 72.5 / --	17.9 0.759 + 42/59.5 97 106 124 20.5 70.4 / --	19 0.746 + 51.7/59.2 99 107 123 -9 62/85.8	17.9 0.769 + 29.1/59.8 96 106 122 33.5 68/88
120 - 140% Spec. Grav./25° Aniline Point I/II °C ASTM: Begin 50% Point End %/wt. Aromatics O.N.: M.M./M.M. + 0.12 % Pb	16.5 0.757 + 52.7/61.8 114 124.5 142 11 55.8/79.6	24.7 0.759 + 52.8/62.4 120 129 143 11.5 52.6/77.5	10.6 0.837 + 24.1/+ 63.9 110 131 141 81 86.8 / --	19.4 0.784 + 38.5/63.4 118 128 142 28 70.2 / 83	13.3 0.789 + 23.8/62.5 121 128.2 139 41 67.4 / --	17.4 0.765 + 50.5/61.4 121 128.5 145 13 56.4/80	17.4 0.807 + 5.7/63.4 118 128 143 55.5 73.2/88.5
140 - 160% Spec. Grav./15° Aniline Point I/II °C ASTM: Begin 50% Point End %/wt. Aromatics O.N.: M.M./M.M. + 0.12 % Pb	13.1 2) 0.771 + 55/65.2 136 146 162 12 43/73.6		12.4 0.868 + 42.1/+ 70.5 140 156.5 194 95 94.5 / --	14.3 0.794 + 29.3/67.8 140 148 172 40.5 62.3 / --		18.6 0.845 + 17.9/+ 69 142 155.3 177 78.5 84/91	11.2 0.801 + 23.6/66.7 141 147 172 44.5 67.4 / --

- 1) Decomposition of the unstabilized product, therefore 8.2% Dist.- Loss of Fraction.
 2) End fraction 19.1% of 160-194°; 0.786; A.P. + 59/69.8; 50% - 175°; O.N. 20/62.8.
 3) Decomposition of the unstabilized product. Before this Fraction 28.6% to 50°
 was cut out, which were not investigated.

275-7

Fuel Eval-15

Büro
Dir. Dr. Pies

Hochdruckversuche
Dr. BÄ./E.

Ludwigshafen/Rhein, den 28. Juni 1944.

T-378

Geheim

Vergleich des Isopropylbenzols mit
Zusatzungskomponenten, insbesondere Triptan,
für Hochleistungskraftstoffgemische.

Zusammenfassung:

Die Überladekurven sowohl von reinem Isopropylbenzol als auch im Gemisch mit VT 702 zeigten bei Ladelufttemperaturen von 100 und 150 °C ein ähnliches Verhalten, wie die von Triptan, wobei mit einem Zusatz von 25 % Isopropylbenzol zu VT 702 ein Überladeverhalten wie bei dem C₃-Kraftstoff festgestellt wurde. Demgegenüber müssen Gemische mit gleicher Leistung 30 % Isopropyläther und 50 % Isooktan zugefügt werden. Selbst bei einer Ladelufttemperatur von 180 °C wird durch Zusammischung von 30 % Isopropylbenzol zu VT 702 ein Hochleistungstreibstoff vom Typ C₃ gewonnen.

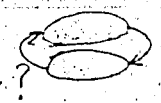
Auch aus diesen Versuchen gehen die motorischen wertvollen Eigenschaften des Isopropylbenzols hervor.

7

Zweck der Versuche war, das Isopropylbenzol sowohl in reinem Zustand als auch als Zusatzungskomponente zu VT 702 auf sein Überladeverhalten im Vergleich mit anderen Zusatzungskomponenten zu Hochleistungskraftstoffen, wie Triptan, Isopropyläther, Isooktan zu untersuchen.

Die Überladekurven wurden bei verschiedenen Temperaturen, und zwar bei 100, 150 und 180 °C aufgenommen, wobei zum Vergleich der C₃-Kraftstoff herangezogen wurde. Bei letzterem Arbeitsdruck und einem Kraftstoff-Luft-Verhältnis von 1,1 liegt bei den reinen Komponenten die Höchstleistung von reinem Isopropylbenzol höher als die von Triptan, Isopropyläther und Isooktan.

Comp. ratio



(Holt für 2 Ketches 2/6)

senken sich die Leistungsdrucke, wobei aber das Isopropylbenzol auch am höchsten liegt. Triptan stand für diese Versuche leider nicht mehr zur Verfügung. Aus den beiliegenden Kurven 1 und 2 geht das Überladeverhalten im Einzelnen hervor.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde die notwendige Zumischung der Hochleistungskraftstoffkomponente zu dem Grundbenzin unter gleichzeitiger Verbleiung mit 0,12 % BTA festgestellt, um ein dem C₃-Kraftstoff gleichwertiges Gemisch zu erhalten. Hiernach müssen mit dem VT 702 bei verschiedenen Temperaturen Gemische mit folgenden Prozentgehalten der verschiedenen Hochleistungskraftstoffkomponenten hergestellt werden:

Arbeitsdruck	Ladelufttemperatur	Isopropylbenzol	Triptan	Diisopropyläther	Isooktan	Motor-typ
6,5	130	25	25	30	50	BMW 132 N
6,5	180	30	-	30	50	BMW 132 N

Die Einzelheiten gehen aus der beiliegenden Kurve 3 hervor.

Die Ergebnisse zeigen, daß trotz der hohen Temperaturempfindlichkeit der Aromaten das Isopropylbenzol auch bei 180 °C noch mit 30 % Zusatz Gemische liefert, die ihrem Verhalten nach dem C₃-Kraftstoff entsprechen.

In einer weiteren Versuchsreihe sollte der Einfluß der zugesetzten Bleimenge auf ein Gemisch aus Isopropylbenzol und VT 702 im Vergleich mit dem C₃-Kraftstoff festgestellt werden. Die Versuche zeigen, daß bereits die Herabsetzung der Verbleiung von 0,12 auf 0,09 Vol % ein Absinken der Überladekurve unter die von C₃ zur Folge hat. Bei einer Vermehrung des Isopropylbenzolzusatzes auf 50 Vol % erhält man bei einer Verbleiung von 0,06 Vol % eine Überladekurve, die etwa der von C₃ entspricht (vgl. Kurvenblatt 4).

Aus diesen Versuchen gehen deutlich die guten motorischen Eigenschaften des Isopropylbenzols als Zumischungs-komponente zur Herstellung von Hochleistungskraftstoffen hervor. Insbesondere konnte festgestellt werden, daß das Isopropylbenzol gegenüber dem Triptan überbütig oder sogar überlegen ist. Bei der günstigen Rohstofflage für die Herstellung von Isopropylbenzol und der verhältnismäßig leichten Herstellung des Produktes dürfte die Großherstellung, so wie diese vom RHM gefordert wird, als richtige Entwicklung anzusehen sein. Die jüngsten Ereignisse zeigen auch, daß eine weitere Quelle für Hochleistungskraftstoffe, die auf der Rohstoffbasis Benzol und Propan beruht von besonderer Bedeutung sein dürfte.

Comparison of Isopropylbenzol with
Other Mixture Components, Particularly
Triptane, for High Test Fuel Mixtures.
By Dr. Bähr, Ludwigshafen, 28 June 1944
(From Dr. Pier's private file, marked "Geheim")
(See also T-376 & T-377)
(With 4 Sketches)

Synopsis.

The overload curves of pure isopropylbenzol as well as isopropylbenzol in a mixture with VT 702 at charged air temperatures (Ladelufttemperatur) of 100° C and 130° C showed a course similar to that of triptane, whereby an overload behavior similar to that of C3 fuel was observed with an addition of 25% isopropylbenzol to VT 702. By comparison, 30% isopropyl ether and 50% isooctane must be added to mixtures of equal power. Even with a charged air temperature of 180° C a high test fuel of type C3 is obtained with an admixture of 30% isopropylbenzol to VT 702.

These experiments also show the valuable motor properties of isopropylbenzol.

The purpose of the experiments was to investigate pure isopropylbenzol, as well as a mixture component with VT 702, for its overload behavior, in comparison with other mixture components to high test fuels, such as triptane, isopropyl ether, and iso-octane.

The overload curves were taken at different temperatures, 100, 130 and 180° C, and compared to C3 fuel. The mean working pressure with an air:fuel ratio 14.1 for pure fuels without leading at different compression ratios and charged air temperatures is as follows:

Compression Ratio	Charged Air Temp.	Isopropylbenzol	Triptane	Di-isopropyl ether	C3	Iso-octane	B4	Motor Type
8	100° C	15.7	15.3	11.2	9.8	9.2	7.0	VM "K"
6.5	130	16.4	-	12.0	11.7	10.8	-	BMW 132N
6.5	180	10.2	-	8.7	-	7.8	-	BMW 132N

From this it may be seen that isopropylbenzol shows the best overload, even against triptane, at 100° C. At 130 and 180° C the working pressures drop, though isopropylbenzol is still the highest. (The table does not fully agree with this statement and may be in error; figures for 100 & 130° C should perhaps be reversed?) Unfortunately, triptane was no longer available for these experiments. Attached curves, figures 1 & 2, show the overload behavior in detail.

277a

In another series of experiments the necessary admixture of the high test fuel component to the base gasoline with simultaneous leading with 0.12% tetraethyl lead was determined, to get a mixture equal to C3. Accordingly, mixtures with VI 702 at different temperatures with the following percentage content of the various high test fuel components must be made:

Compression Ratio	Charged Air Temp.	Iso-propyl-benzol	Triptane	Di-iso-propyl ether	Iso-octane	Motor Type
6.5	130°C	25	25	30	50	BMW 132N
6.5	180	30	—	30	50	BMW 132N

The details can be seen in the curves of Fig. 3.

The results indicate that, in spite of the high temperature sensitivity of the aromatics, an admixture of only 30% isopropylbenzol at 180° C will give mixtures equal to C3 in behavior.

In a further series of experiments, the influence of the added lead on a mixture of isopropylbenzol and VI 702 in comparison with C3, was to be determined. The experiments show that a drop in the leading from 0.12 to 0.09%/vol. already causes a drop of the overload curve to below C3. By increasing the isopropylbenzol admixture to 50%/vol, we get an overload curve approximately corresponding to C3, with a leading of 0.06%/vol. (See Fig. 4).

These experiments clearly show the good motor characteristics of isopropylbenzol as admixture component for making high test fuels. In particular, it was found that isopropylbenzol is fully equal, or even superior, to triptane. With the favorable raw material situation for making isopropylbenzol and the comparatively easy production of this product, large scale production, demanded by the Reich Air Ministry, would seem to be the proper development. The latest results also show that an additional source of high test fuel, based on propane and benzol as raw materials, could be of considerable importance.

/fkp

2772

Diskussion der Klopfgrenzkurven nach dem DVL-
Einspritzverfahren mit aufgeteilter Einspritzung.

1. Einleitung.

Nach dem Bericht der ^{DVL} VDL vom 2.4.41 (Nr. 1604) soll mit dem dort entwickelten Einspritzverfahren, bei dem während des Ansaughubes nur ein geringer Teil des Kraftstoffes, der Hauptteil aber erst während des Verdichtungshubes, bzw. nach begonnener Verbrennung eingespritzt wird, eine wesentliche Verbesserung des Klopfverhaltens der Kraftstoffe, besonders im Gebiet des Luftüberschusses (> 1) erreicht werden können. Die beigefügten Kurven (p_{me} in Abhängigkeit von λ) zeigen einen flacheren Verlauf als nach dem bisherigen Einspritzverfahren, wobei besonders im Minimum eine Erhöhung des p_{me} gegenüber den früheren Kurven auftritt. Eine ähnliche Veränderung der Überladekurven wurde bereits bei früherer Gelegenheit einmal beschrieben, nämlich beim Vergleich der Überladekurven mit veränderlichem und konstantem Zündzeitpunkt (Bericht 180631 v. 23.1. 1941; Fromherz/v. Müffling). Damals wurden die hierbei auftretenden Erscheinungen erklärt und gezeigt, wie das Heraufrücken des Minimums im mageren Gebiet durch einen schlechteren Nutzeffekt und entsprechendem Mehrverbrauch an Kraftstoff erkauft wird.

2./ Aufgeteilte Einspritzung.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass die Verhältnisse bei dem oben beschriebenen Arbeitsverfahren mit aufgeteilter Einspritzung ähnlich liegen. Wie die von der DVL übersandten Kurven zeigen, steigen im mageren Gebiet gleichzeitig mit dem Mitteldruck P_{me} auch die Ladedrucke über die bisherigen Werte an. Da bei gleichbleibendem λ die verbrauchte Kraftstoff^{menge} von der Luftmenge abhängt, bedeutet die Erhöhung des Ladedruckes natürlich auch eine Erhöhung der verbrauchten Kraftstoffmengen. Die von der DVL angegebenen Kurven weisen darauf hin, dass die Erhöhung des P_{me} und damit die Leistungserhöhung des Motors durch einen entsprechenden Mehrverbrauch an Kraftstoffen erzielt wird, dass es sich hierbei aber keineswegs um einen besseren Nutzeffekt des verwandten Kraftstoffes handelt.

Falls diese Auffassung richtig ist, muss der Schnittpunkt der P_{me} - Kurven nach dem normalen und nach dem neuen Einspritzverfahren bei etwa dem gleichen λ liegen wie der Schnittpunkt der zugehörigen Ladedruckkurven; d.h. gleiche Leistung entspricht gleichem Ladedruck und damit gleichem Kraftstoffverbrauch. Wie eine Betrachtung der DVL-Kurven ergibt, trifft dies bei den Kurven für 130°C und 160°C Ladelufttemperatur exakt zu; bei 120°C weichen die Schnittpunkte im λ etwas voneinander ab, stimmen aber noch innerhalb der Fehlergrenze für die Bestimmung von λ miteinander überein.

3. Zur endgültigen Beurteilung des Verfahrens wesentliche Daten.

Die im vorangehenden Abschnitt diskutierten DVL-Kurven weisen darauf hin, dass bei dem neuen Arbeitsverfahren der Nutzeffekt des verwandten Kraftstoffes etwa gleich dem beim normalen Verfahren ist. ~~Man~~ man aber hierbei mit verhältnismäßig mageren Gemischen bei entsprechend erhöhtem Kraftstoffverbrauch eine höhere Leistung erzielen kann, ohne dass Klopfen einsetzt; dies ist bekanntlich nach dem normalen Verfahren nur mit viel fetteren Gemischen möglich.

Aus den vorliegenden Kurven ergibt sich kein Hinweis für einen besseren Nutzeffekt nach dem neuen Verfahren. Das Vorhandensein eines ^{besseren} Nutzeffektes wäre erst bewiesen, wenn es nach dem neuen Verfahren möglich wäre, durch Erhöhung des Kompressionsverhältnisses ^{bei} gleichbleibendem λ und Ladedruck, also gleichem Kraftstoffverbrauch, eine Leistung zu erzielen, die über den bisherigen Werten ^{liege}, bzw. die bisherigen Werte von p_{me} bei geringerem Ladedruck und damit geringerem Kraftstoffverbrauch zu erreichen.

Entsprechende Versuchsdaten sind zur endgültigen Beurteilung und Weiterempfehlung des Verfahrens für eine praktische Anwendung dringend erforderlich.

Dr. Frommann

v. Muffling

KCBraun
5-27-47

Discussion of Knock Limit Curves According
to the Injection Process with Divided Injection
By Fromherz & Muffling, Ludwigshafen, 7 April 1941
(From Dr. Pier's Files, marked "Geheim")
(See also T-377 & T-378)

1. Introduction.

According to report #1604, dated 2 April 1944, from the DVL (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt), an appreciable improvement in the knock behavior of fuels, particularly in the excess air range ($\lambda > 1$), can be obtained by the injection process developed there, in which only a small portion of the fuel is injected during the suction stroke, while the main portion is injected during the compression stroke and/or after ignition has started. The attached curves (missing, but see T-378), P_{me} dependent upon λ , are flatter than for the present process. Particularly noticeable is a rise in the P_{me} at its minimum, compared to the former curves. A similar change in the overload curves has already been described some time ago, i.e. in comparing the overload curves with a variable and a constant ignition period, report #180631, 23 January 1941. At that time the attendant phenomena were explained, and it was shown how raising the minimum in the lean range can be obtained only at the expense of a lower efficiency and correspondingly greater fuel consumption.

2. Divided Injection.

It is now very probable that conditions for the above described operating method with divided injection are very similar. As shown in the curves sent us by DVL the load pressures, together with the mean effective pressure P_{me} , rise above former values in the lean range. Since with constant λ (air/fuel ratio) the quantity of fuel consumed is dependent upon the quantity of air, increasing the load pressure naturally also means an increase in the quantity of fuel consumed. The curves presented by DVL point out that the increase in the P_{me} and consequent increased power of the motor is obtained by a corresponding increase in fuel consumption, but that no increase in the efficiency of the fuel used is obtained in any way.

Should this assumption be correct, the point of intersection of the P_{me} curves of the normal and the new injection method must be at about the same λ as the point of intersection of the corresponding load pressure curves, i.e. equal power corresponds to equal load pressure and, therefore, equal fuel consumption. As may be seen from an examination of the DVL curves, this is exactly so for 130° C and 160° C charged air temperature; at 120° C the points of intersection in λ deviate slightly from each other, but still agree with each other within the limits of errors for the determination of λ .

3. Essential Data for Final Evaluation of the Process.

The DVL curves discussed in the foregoing chapter point out that in the new process the efficiency of the fuel used is about equal to that of the standard process, but that greater power (Leistung) without knocking can be obtained with it with lean mixtures, with correspondingly increased fuel consumption, which is possible only with much richer mixtures in the standard process.

These curves give no indication of greater efficiency of the new process. Greater efficiency would be shown only if it were possible in the new process to obtain greater power than at present or to obtain the present P_{me} values with lower load pressure (Ladedruck), and consequent lower fuel consumption, by increasing the compression ratio with constant ϕ and load pressure.

Corresponding experimental data are urgently needed for final evaluation and further recommendation of the process for practical application.

/fkp

280 L

24. 6. 1944. Wi/Pf. ^{K15}

Zurück an

Präsident Dr. Dr. Pfl.

Über die Frage einer elektrolytischen
H₂-Erzeugung für die Hydrierung.

Einer Dezentralisation einer Hydrieranlage steht hauptsächlich der Umstand entgegen, daß sich die Gaserzeugung nach Art der Großanlagen für eine Kleinanlage aus verschiedenen Gründen weniger gut eignet. Es fragt sich nun, ob mit einer elektrolytischen H₂-Erzeugung, wie sie in manchen Ländern für die Ammoniakherstellung durchgeführt wird, sich solche Kleinanlagen leichter erstellen ließen.

Denkt man an die Druckelektrolyse, so erspart sie die Wassergasherstellung, dessen Reinigung, Konvertierung und (wenigstens teilweise) Kompression. Der Gasometer würde, was für die Tarierung wertvoll wäre, wegfallen. Zweifelloos würde so die Anlage für die Gaserzeugung sehr kompakt werden und nur einen Bruchteil des normalerweise erforderlichen Raums benötigen. Die Druckelektrolyse bringt außerdem gegenüber der drucklosen Elektrolyse noch eine Energieersparnis. Der gleichzeitig mitanfallende Sauerstoff könnte für eine Sauerstoffvergasung von Kohle oder Koks mit eingesetzt werden.

Herr Dr. G. Pfeleiderer teilte auf Befragen mit, daß das Problem der Druckelektrolyse, soweit ihm bekannt sei, noch nicht zur technischen Reife entwickelt sei und zwar offenbar aus Mangel an wirtschaftlichem Interesse. Doch sei es möglich, daß es im Geheimen von den daran interessierten Elektrofirma weiter entwickelt worden sei. Die Energieersparnis gegenüber der drucklosen Elektrolyse sei nicht groß, die Löslichkeit der Gase in der Elektrolyserflüssigkeit sei erheblich, wodurch die Gastrennung schwieriger werde.

Bei der drucklosen H₂-Elektrolyse verbrauche man für 1 obm H₂ 5 kWh. Legt man einen Hydriervorgang zu Grunde, bei dem pro kg Produkt 1 obm H₂ verbraucht würde, so wäre bei einer Tagesproduktion von 100 t (die einer Jahresleistung von 35 000 t entspricht) der laufende Strombedarf allein für die H₂-Erzeugung 20 000 kW. Diese Strommenge ist recht erheblich, wenn man bedenkt, daß sechs solcher Anlagen für eine Jahresleistung von 200 000 t erforderlich wären und daß heutzutage die Energielage aufs Äußerste angespannt ist.

Dr. Pfeleiderer meinte, ob gerade für kleinere Anlagen nicht die bekannte H₂-Erzeugung durch Reduktion von Wasserdampf durch Eisen und darauffolgende Reduktion des letzteren mit reduzierenden Gasen (z.B. Kraftgas) in Frage kämen. Ob irgendwo eine solche Anlage im technischen Betrieb ist, entzieht sich seiner Kenntnis.

gez. Michael

U.S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. GRANT DIV.

T-262

KCBraun
3/10/47

ELECTROLYTIC HYDROGEN PRODUCTION

By Dr. Michael, Ludwigshafen, 24. June, 1944.

The decentralization of a hydrogenation plant is hampered principally by the fact that the method of producing gas used in large plants is less suitable for small plants, for various reasons. The question now, is, if an electrolytic H_2 production, as used in some countries for producing ammonia is better suitable for small plants.

By pressure electrolysis we can save water gas production, its cleaning, conversion and, at least partially, its compression. The gas tank would be eliminated, which would be valuable for camouflage. Undoubtedly, the gas plant would become very compact and take up only a fraction of the space normally required. In addition, pressure electrolysis would mean a saving in power, compared to pressureless electrolysis. The oxygen produced at the same time could be used for oxygen gasification of coal cokes.

Dr. G. Friedlander tells us that, to his knowledge, pressure electrolysis had not been developed sufficiently for practical application, apparently for lack of economic interest, though it might possibly have been developed secretly by interested electrical manufacturers. The saving of power, compared to pressureless electrolysis, was not very great, while the solubility of the gases in the electrolyte was appreciable, which made the separation of the gas more difficult.

The power required to produce $1 m^3 H_2$ in pressureless electrolysis was 5 KWh. If we assume a hydrogenation process, in which $1 m^3 H_2$ is used per kg product, a daily production of 100 tons, corresponding to an annual production of 35000 tons, would currently require 20000 KW for H_2 production alone. This is considerable, if we consider that 6 such plants would be required to produce 200,000 tons and that the present power situation is pressed to the limit.

Dr. Friedlander thought that perhaps the familiar method of producing H_2 by the reduction of steam by iron and subsequent oxidation of the latter by oxidizing gases, e.g. fuel gas, was applicable especially to smaller plants. He could not say, if such a plant was suitable for operation on an industrial scale.

28/a

Zurück an
Vorzimmer Dir. Dr. Pier

Hydrierfähigkeit und Schwelwürdigkeit von Ruhrkohlen.

Die Förderung d. Ruhrgebietes betrug im Jahre 1938:

26.58 Mill. t	Gasflammkohlen	(35-40% Flüchtigtes/Reinkohle)
	Gaskohlen	(30-35% Flüchtigtes/Reinkohle)
86.28 Mill. t	Fettkohle	(19-30% Flüchtigtes/Reinkohle)
8.07 Mill. t	Baskohle	(13-19% Flüchtigtes/Reinkohle)
6.42 Mill. t	Magerkohle	(7-12% Flüchtigtes/Reinkohle)
127.28 Mill. t	Gesamtförderung	

Als gut hydrierfähig gelten hiervon Gasflammkohlen mit einem Flüchtigkeitsgehalt von über 35 %, die weniger als 85 % C in der Reinkohle aufweisen.

Bezüglich Schwelwürdigkeit wird allein die Teerausbeute zugrunde gelegt, ohne Rücksicht auf Sortimente, Beschaffenheit und Güte des Schmelkokses, sowie Ofenart und Wirtschaftlichkeit. Eine Kohle mit Mindestteerausbeute nach Fischer-Schrader von 10 % gilt als schwelwürdig.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden die bei uns analytisch untersuchten Ruhrkohlen, die für Hydrierversuche eingegeben waren, in der beiliegenden Tabelle beurteilt.

Dabei ergibt sich, dass von 42 als gut und mässig hydrierbar zu beurteilenden Kohlen sich 41 Kohlen (98 %) als schwelwürdig bezüglich der Teerausbeute erweisen.

Umgekehrt sind von 45 schwelwürdigen Kohlen 41 Kohlen (91 %) als für die Hydrierung geeignet zu bezeichnen.

Hieraus ergibt sich, dass alle schwelwürdigen Kohlen der Gasflammkohlen-Gruppe auch Hydrierkohlen sind. Bezüglich der Gaskohlen mit mehr als 85 % C und 30-35 % Flüchtigen ist zu sagen, dass in dieser Gruppe noch schwelwürdige Kohlen auftreten, welche nicht oder nur mässig hydrierfähig sind.

Die in der Tabelle aufgenommene Krupp'sche Schmelkohlk. K 1130 mit 83.7 % C und 8.2 % Teerausbeute wird offenbar mit Rücksicht auf die gute Schmelkohlqualität als Schmelkohl gearbeitet.

Eine besondere Gruppe von Kohlen stellen die drei am Schluss der Tabelle aufgeführten Gaskohlen der Gelsenkirchener Bergwerks A.G. und Matthias Stinner dar, welche infolge ihrer Eigenschaften eine Schwelanalyse überhaupt nicht zulassen.

gez. G. G.
Rant

Anlage: 1 Tabelle

See attached to file
11.4.42

200

~~R u r f o h l e n~~

Name	Nr.	Analyses der Feinkohle					hydrat- bar hydratable	schwe- fel- gehalt sulfur- content
		% C	% H	Feinkohle Fein coal Volat.	H. gas H. gas avail.	% T. ash		
Auguste Viktoria, Zeche Zollverein 5	1002	85,48	5,38	34,0	4,86	11,4	fair	+
" " Zeche Leopold	1012	80,8	5,35	41,9	4,63	13,6	fair	+
" " Schacht 4, Zeche 3	1058	85,4	5,31	34,09	4,76	12,5	massig	+
" " Gasfackel, Zeche 4	1247	85,07	5,43	33,34	4,90	12,1	massig	+
Libernia, Zeche General Blumenthal 1/2	1009	84,2	5,5	36,88	4,95	11,96	+	+
" " Zeche Bismarck	1020	82,6	5,46	39,8	4,88	15,4	+	+
" " Flöz Siegfried	1025	81,9	5,3	39,4	4,5	12,8	+	+
" " Zeche General Blumenthal	1035	83,1	5,4	36,0	4,7	13,7	+	+
" " Zeche Shamrock, Zeche 1038a	1038a	83,3	5,4	36,4	4,9	13,97	+	+
" " Zeche Shamrock, Zeche 1038b	1038b	84,16	5,5	35,6	5,0	13,0	+	+
" " Zeche Gen. Blumenthal, Zeche 1039	1039	82,85	5,23	34,69	4,4	10,6	+	fair
" " Flöz Siegfried, Zeche 1040	1040	81,45	5,20	38,10	4,3	12,1	+	massig
" " Zeche Zweckel, Zeche 1041	1041	82,68	5,20	38,23	4,5	13,8	+	+
" " " Flöz 24	1042	82,66	5,39	38,01	4,6	14,3	+	+
" " " Flöz 31	1043	82,98	5,31	37,07	4,54	13,5	+	+
" " " Flöz 16-26	1216	82,1	5,4	39,1	4,68	14,7	+	+
" " (Hydratation Gladbeck)								
" " Zeche Scholven	1101	82,0	5,3	37,9	4,68	14,1	+	+
" " Herne, Zeche 1044	1044	82,76	5,24	37,10	4,40	13,4	+	+
" " Flöz Dach, Zeche 1047	1047	81,90	5,26	38,52	4,36	14,35	+	+
" " Flöz August, Zeche 1048	1048	80,90	5,51	37,6	4,63	10,5	+	fair
" " Zeche Schlägel & Eisen, Zeche 1053	1053	83,9	5,3	35,9	4,6	13,6	+	massig
" " Bismarck								
" " dto. Flöz P. Ruhrbank	1056	85,19	5,30	36,70	4,66	13,1	fair	+
" " Zeche 1057	1057	80,2	4,01	30,24	4,90	8,4	+	+
" " dto. Flöz Unverhofft	107	83,38	5,47	37,32	4,76	14,0	+	+
" " dto. Flöz R	1078	84,2	5,3	36,08	4,7	13,8	+	+
" " dto. Flöz O	1079	85,15	5,4	34,1	4,78	13,49	fair	+
" " Zeche General Blumenthal	1064	81,74	5,57	37,36	4,50	13,6	+	massig
" " Zeche 1073	1073	83,2	5,38	40,3	4,59	16,6	+	+
" " Zeche 1074	1074	83,2	5,38	40,3	4,59	16,6	+	+
Vereinigte Stahlwerke, Schacht Lohberg	1003	84,19	5,53	36,10	4,97	12,5	+	+
" " Schacht Thyssen 2/5	1004	82,48	5,67	38,36	4,99	13,64	+	+
" " Zeche Hardenberg	1011	86,76	5,35	31,36	4,92	10,27	+	fair
" " Schacht Lohberg	1021	84,2	5,4	36,8	4,8	13,6	+	massig
Geisenkirchener Bergwerks AG								
" " Zeche Zollverein 3/10, Zeche 1084	1084	86,1	5,3	33,7	4,8	13,9	+	+
" " Zeche Nordstern 1/2, Zeche 1085	1085	85,5	5,1	31,3	4,59	10,12	+	fair
" " " 3/4, Zeche 1090	1090	83,1	5,53	38,3	4,93	15,0	+	massig
" " " " III	1198	83,9	5,79	39,22	5,2	13,0	+	+
" " " " Baldur	1092	83,25	5,49	39,4	4,7	15,9	+	+
" " " " Kriemhild II	1096	83,09	5,52	38,55	4,62	10,06	+	+
" " Zeche Graf Moltke 1/2, Zeche 1091	1091	84,2	5,48	36,77	4,85	12,9	+	+
" " Zeche Lohberg	1149	84,6	5,4	36,1	4,73	13,5	+	+
Bergwerks AG Recklinghausen Sch. Zweckel	1036	84,5	5,4	35,6	4,8	14,1	+	+
Krupp Schacht Malie	1000	89,1	4,96	24,73	4,62	6,28	+	+
Krupp Schmelzhütte L.T.C. coal	1130	89,7	4,9	25,7	4,6	8,22	+	+
" " " " "	1148	85,5	5,5	32,6	5,12	12,0	+	+
Rhein. Stahlwerke, Brasseret VII	1008	81,08	5,58	30,15	4,73	12,14	+	+
" " Brasseret	1013	82,0	5,3	39,0	4,6	12,8	+	+
Geisenkirchener Bergwerks AG, Schacht III	1082	86,6	5,32	30,79	4,86	blüht	+	+
" " Zeche Nordstern Zeche 1089	1089	86,0	5,24	32,36	4,68	blüht	+	+
" " Zeche Zollverein 3/10						blüht		
" " Zeche Zollverein 7	1089	86,0	5,24	32,36	4,68	blüht		
Matthias Stinner, Extraktionskohle	1068	87,12	5,29	29,95	4,7	blüht		

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. PLANT DIV.

T-383

KCBraun
6/11/47

Hydrogenation and L.T. Carbonization
Properties of Ruhr Coals
By Gieg, Ludwigshafen, 12 March 1942

The mining of coal in the Ruhr district amounted in 1938 to:

26.58 Mill. t	containing	(35-40% volatiles/pure coal			
		(30-35%			
86.28 "	"	"	19-30%	"	/ " "
8.00 "	"	"	13-19%	"	/ " "
6.42 "	"	"	7-12%	"	/ " "
127.28 Mill. tons	total production.				

Coals containing over 35% volatiles and less than 85% C in the pure coal are considered having good hydrogenation properties.

Low temperature carbonization properties are based solely on the tar yield, without consideration of assortment, constitution and quality of the coke, type of oven and economy. A coal with a minimum tar yield of 10% by Fischer-Schrader is considered carbonizable.

The attached table evaluates the Ruhr coals received and analyzed by us for hydrogenation experiments.

It shows that of 42 coals considered having good to fair hydrogenation properties, 41 coals, or 98%, are carbonizable with respect to the tar yield.

On the other hand, of 45 carbonizable coals, 41 coals, or 91%, may be considered suitable for hydrogenation.

It is apparent, therefore, that all carbonizable coals containing over 35% volatiles are also suitable for hydrogenation. As to the coals containing over 85% C and 30-35% volatiles, there are carbonizable coals in this group, which are not suitable for hydrogenation or only moderately so.

The Krupp L.T.C. coal K-1130, with 83.7% C and 8.2% tar yield is obviously classified as an L.T.C. coal because of the good quality of its L.T.C. coke.

The last 3 coals in the table from the Golsenkirchen Mining Co. and Matthias Stinnes represent a special group, which do not permit an L.T.C. analysis because of their tendency to swell.

/fkp

283a

TABLE
RUHR COALS

T-383

Name	Nr.	Analyses of the Pure Coal					Hydratable	Carbonizable
		% C	% H	% Volat.	H avail	% Tar		
Augusto Viktoria, Seam Zollverein 5	1002	85.48	5.38	34.0	4.86	11.4	fair	+
" " Mine Leopold	1012	80.8	5.35	41.9	4.63	13.6	+	+
" " Shaft 4, Nut 3	1058	85.4	5.31	34.09	4.76	12.5	fair	+
" " Gas flame coal Nut 4	1247	85.07	5.43	33.34	4.90	12.1	fair	+
Hibernia, Mine General Blumenthal 1/2	1009	84.2	5.5	36.88	4.95	11.96	+	+
" " Seam Bismarck								
" " Mine Zwickel	1020	82.6	5.46	39.8	4.88	15.4	+	+
" " Seam Siegfried	1023	81.9	5.3	39.4	4.5	12.8	+	+
" " Mine General Blumenthal	1035	83.1	5.4	36.0	4.7	13.7	+	+
" " Mine Shamrock Nut coal	1038a	83.3	5.4	36.4	4.9	13.97	+	+
" " Mine Shamrock, Fine coal	1038b	84.46	5.5	35.6	5.0	13.0	+	+
" " Mine Gen. Blumenthal, Fine coal	1039	82.85	5.23	34.69	4.4	10.6	+	+
" " Seam Siegfried, Fine coal	1040	81.45	5.20	38.10	4.3	12.1	+	fair
" " Mine Zwickel, Seam 19	1041	82.68	5.20	38.23	4.5	13.8	+	+
" " " Seam 24	1042	82.66	5.39	38.01	4.6	14.3	+	+
" " " Seam 31	1043	82.98	5.31	37.07	4.54	13.5	+	+
" " " Seam 16-26	1216	82.1	5.4	39.1	4.68	14.7	+	+
" " (Hydr. coal Gladbeck)								
" " Hydr. coal Scholven								
" " Herne Nut coal	1101	82.0	5.3	37.9	4.68	14.1	+	+
" " Seam Roof Fine coal	1044	82.76	5.24	37.10	4.40	13.4	+	+
" " Seam August Fine coal	1047	81.90	5.26	38.52	4.36	14.35	+	+
" " Mine Schlägel & Eisen, Seam Bismarck	1048	80.90	5.51	37.6	4.63	10.5	+	fair
" " dto. Seam P. Ruhrbank	1053	83.9	5.3	35.9	4.6	13.6	+	+
" " dto. Seam August Oberbank	1056	85.19	5.39	35.72	4.86	12.1	fair	+
" " dto. Seam Unverhofft	1057	80.3	4.81	36.24	4.58	8.4	+	+
" " dto. Seam R	1072	83.38	5.47	37.32	4.76	14.0	+	+
" " dto. Seam O	1078	84.2	5.3	36.03	4.0	13.8	+	+
" " Mine General Blumenthal	1079	85.15	5.4	34.1	4.78	13.49	fair	+
" " Seam Menzel Oberbank	1064	81.74	5.57	37.36	4.50	13.6	+	+
" " dto.								
Vereinigte Stahlwerke, Shaft Lohberg	1073	83.2	5.38	40.5	4.59	16.6	+	+
" " Shaft Thyssen 2/5	1003	84.19	5.53	36.10	4.97	12.5	+	+
" " Mine Hardenberg	1004	82.48	5.67	38.36	4.99	13.64	+	+
" " Shaft Lohberg	1011	86.76	5.35	31.36	4.92	10.27	+	fair
" " dto.	1021	84.2	5.4	36.8	4.8	13.6	+	+
Gelsenkirchener Bergwerks AG								
" " Mine Zollverein 3/10, Seam								
" " Zollverein 6	1084	86.1	5.3	33.7	4.8	13.9	+	+
" " Mine Nordstern 1/2, Seam 1	1085	85.5	5.1	31.3	4.59	10.12	+	fair
" " " 3/4, " Donar II	1090	83.1	5.53	38.3	4.93	15.0	+	+
" " " " " III	1198	83.9	5.79	39.22	5.2	13.0	+	+
" " " " " Baldur	1092	83.25	5.49	39.4	4.7	15.9	+	+
" " " " " Kriemh. II	1096	83.09	5.52	38.55	4.62	10.96	+	+
" " Mine Graf Moltke 1/2, Seam U	1091	84.2	5.48	36.77	4.85	12.9	+	+
" " Mine Lohberg	1149	84.6	5.4	36.1	4.73	13.5	+	+
Bergwerks AG Rocklinghausen Sh. Zwickel	1036	84.5	5.4	35.6	4.8	14.1	+	+
Krupp Shaft Amalie	1000	39.1	4.96	24.73	4.62	5.28	+	+
Krupp L.F.C. coal	1130	88.7	4.9	25.7	4.6	8.22	+	+
" " " "	1148	85.5	5.5	32.6	5.12	12.0	+	+
Rhein. Stahlwerke, Brassort VII	1008	81.06	5.58	40.15	4.73	12.14	+	+
" " Brassort	1013	82.0	5.3	39.0	4.6	12.3	+	+
Gelsenkirchener Bergwerks AG, Nordstern Mine	1082	86.6	5.32	30.79	4.86	swollen	+	+
" " Mine Zollverein 3/10								
" " Seam Zollverein 7	1089	86.0	5.24	32.26	4.68	swollen	+	+
Matthias Stinnes, Extraction coal	1063	87.12	5.29	29.55	4.7	swollen	+	+

T-383
(Table)

Gen-5

28.2.41 Hs/R

Translated
7-390

Protokoll des Vortrags von Prof. Staudinger, Freiburg i.Br.
über makromolekulare Chemie am 28.2.1941.

Die Probleme auf dem Gebiet der
makromolekularen Chemie.

Prof. Staudinger ging in seinem Vortrag zuerst auf die Schwierigkeiten ein, die sich bei der Bearbeitung der Probleme in der makromolekularen Chemie ergeben. Die Makromoleküle, die im Gegensatz zu den Verbindungen der niedermolekularen Chemie keine einheitlich reinen Stoffe sondern Gemische von hochpolymeren Verbindungen verschiedener Kettenlänge sind, lassen sich chemisch oder physikalisch nicht voneinander trennen. Das Molekulargewicht solcher Stoffe ist ein Durchschnittsgewicht. Die Versuche mit hochpolymeren Substanzen sind nicht genau reproduzierbar, da auch bei gleich konzentrierten Lösungen je nach der Kettenlänge die Viskosität der Lösung verschieden sein kann. Dies gilt im besonderen für Abbauprodukte und synthetische Produkte; die Naturprodukte scheinen einheitliche, bestimmte Länge zu haben. Zur Untersuchung müssen die hochmolekularen Verbindungen gelöst werden. Diese grossen Moleküle liefern kolloidale Lösungen, deren Teilchen nicht wie z.B. bei der Seifenlösung durch Zusammenlagerung der relativ langen Molekülketten unter gewissen Bedingung (bestimmte Lösungsmittel) entstehen, sondern deren Moleküle an sich schon so lang sind, dass sie in jedem Lösungsmittel immer kolloidal löslich sind. Darin liegt der Unterschied der Makromoleküle zur Micelle.

Zum Beweis für diese Anschauung wurden makromolekulare Verbindungen wie z.B. Rohrzucker acetyliert, der Acetylrest wieder abgespalten und der Polymerisationsgrad des regenerierten Zuckers mit dem des Ausgangszuckers verglichen. Es wurde gefunden, dass Polymerisationsgrad unverändert geblieben war. Hätte es sich bei dem Rohrzucker um eine Micelle gehandelt, dann wäre nicht die Micelle als solche sondern jedes Teilchen für sich die Reaktion eingegangen und der Polymerisationsgrad wäre kleiner geworden.

Ausserdem ist der Polymerisationsgrad in verschiedenen Lösungsmitteln der gleiche, was ebenfalls nicht mit dem Ver-

halten von Micellen in Einklang zu bringen ist, da die Kohäsionskräfte, die die Moleküle in der Micelle zusammenhalten je nach den äußeren Bedingungen (Lösungsmittel, Temp.) verschieden sind.

Das Mol.Gew. wurde sowohl durch Osmose wie auch durch Viskositätsmessungen festgestellt. Als chemische Methode zur Bestimmung des Mol.Gew. wurde die Endgruppenbestimmung angeführt. Dabei wird die charakteristische Gruppe im Molekül ($-OH$; $-COOH$) zur Bestimmung benutzt, indem z.B. die Molekülgröße von Carbonsäuren aus dem Silbergehalt der Silbersalze berechnet wird.

Die Lösungen vor allen Dingen der Naturprodukte unterliegen leicht Veränderungen, z.B. unter der Einwirkung des Sauerstoffs der Luft oder durch Spuren von Säuren, wodurch die Untersuchungen sehr erschwert werden. Die in diesen Lösungen vorliegenden Moleküle sind fadenförmig. Dabei muss man nach Ansicht von Prof. Staudinger sich diese Fadenmoleküle verhältnismässig starr vorstellen etwa wie ein Glasfaden, der noch in gewisser Weise elastische Schwingungen ausführen kann. Dagegen hat ein Fadenmolekül nicht die Beweglichkeit eines Wollfadens und kann sich daher auch nicht zu einem kugelförmigen oder spiralförmigen Gebilde zusammenballen. Die Viskosität dieser Lösungen ist proportional der Länge der Fadenmoleküle, so dass die Bestimmung der Viskosität zu Konstitutionsaufklärungen dienen kann; jedoch müssen die Lösungen so verdünnt sein, dass die Fadenmoleküle sich nicht gegenseitig stören.

Das von Staudinger aufgestellte Viskositätsgesetz lautet:

$$\frac{\eta_{sp}}{c} = K_m \cdot M$$

worin bedeuten: η_{sp} die spezifische Viskosität (Viskositätserhöhung, die ein gelöster Stoff im Lösungsmittel erzeugt), c die Konzentration, M das Molekulargewicht und K_m eine Konstante, die für jede polymerhomologe Reihe charakteristisch ist.

Die spezifische Viskosität hat für jeden Stoff einen bestimmten charakteristischen Wert, der von der Moleküllänge abhängig ist und sich mit der Art des Lösungsmittels nur wesentlich ändert. Bei Fadenmoleküle ist also nach diesem Gesetz die Viskosität in gleich konzentrierten Lösungen abhängig vom Verteilungsgrad; wenige lange Moleküle geben eine höhere Viskosität als viele kurze.

Prof. Staudinger formuliert den Satz, dass bei gleicher Konzentration und gleicher spez. Viskosität gleiche Kettenlänge der Fadenmoleküle vorliege, ausdrücklich als Gesetz. Die spez. Viskosität ist dabei unabhängig vom Durchmesser der Moleküle.

Durch Vergleich der durch Berechnung und experimentelle Bestimmung erhaltenen Werte für die Konstante K_m wurde die Gültigkeit des Gesetzes nachgewiesen. Das Viskositätsgesetz ist nur im Bereich der fadenförmigen Makromoleküle gültig und stimmt nicht mehr, sobald man zu niedermolekularen Verbindungen oder kugelförmigen Gebilden übergeht. Allerdings lassen sich auch bei den makromolekularen Verbindungen Ausnahmen von dem Gesetz feststellen, die durch die Verzweigung der Ketten bedingt sind: eine Seitenkette vergrößert nur den Durchmesser nicht aber die Länge des Fadenmoleküls.

Die spez. Viskosität ist im allgemeinen nicht oder nur wenig temperaturabhängig (Untersuchungen bei 20° und 60°C). Überschreitet die Kettenlänge jedoch eine bestimmte Grösse, dann wird die Lösung bei Temperaturerhöhung viskoser, da dem bei der Viskositätsbestimmung auftretenden Geschwindigkeitsgefälle und der damit verbundenen Ausrichtung der Moleküle die Wärmebewegung entgegenwirkt.

Prof. Staudinger erläuterte seine Experimente, indem er auf Kautschuk, Cellulose, Stärke, Eiweiß, sowie auf die hochmolekularen Kunstprodukte näher einging. Besonders hob er den Unterschied von Buna zum Naturkautschuk hervor; während der Naturkautschuk an den Fadenmolekülen lange Seitenketten aufweist, besitzt Buna viele kurze Seitenketten. Dadurch ist eine schlechte Verformbarkeit des Buna bedingt gegenüber dem Naturkautschuk, sowie die Eigenschaft, leicht cyclisierbar und schwer löslich zu sein.

gez. Henkels

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. PLANT DIV.

T-390

Dr. M. Pier's
files.

WMSternberg
July 11, 1947

High Pressure Experiments
Lu 558

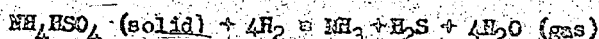
November 17, 1942.

EQUILIBRIUM DURING THE REDUCTION OF NH_4HSO_4 OR
 CaSO_4 UNDER HYDROGENATION CONDITIONS IN THE LIQUID
PHASE CONVERTER.

Dr. Urban's experiments (Scholven) have shown, that the addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ reduces the danger of settling in the liquid phase converters; there have been found however some corrosion phenomena under the Scholven hydrogenation conditions which have been attributed to the presence of sulfuric acid. No such corrosion phenomena could be observed in experiments with Rhenish brown coal in 10 liter converters with the addition of ammonium sulfate, nor has any sulfate been found in the products. In order to decide whether the conditions for the reduction of the sulfate were different because of the higher partial pressure of H_2 in the 10 li. converter (700 against 300 atm.) than in the Scholven method, a computation is made of the reduction equilibria, namely for NH_4HSO_4 formed from $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ by splitting off NH_3 above 350° , and which does not undergo any additional decomposition, and the CaSO_4 formed by interaction with the lime contained in the coal.

The following data are available:

Reaction I:



$$Q_{2980} = 2.7 \text{ kcal.}$$

$$S_{2980} = 110.6 \text{ cal/o}$$

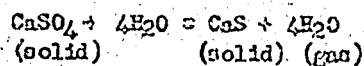
Because of the absence of suitable experimental data, the entropy S_{2980} of NH_4HSO_4 is here estimated in analogy to similar salts to be about 40 cal/o. Using Ulich's approximation formula, we get then for the equilibrium constant at the temperature of 450°C. on which our computations will be based:

$$\log K_p = \log \frac{P_{\text{NH}_3} \times P_{\text{H}_2\text{S}} \times P_{\text{H}_2\text{O}}^4}{P_{\text{H}_2}^4} = \frac{2700}{4.57 \times 723} + \frac{110.6 \times 0.82}{4.57} + 24.2 = 25$$

Equilibrium therefore will be on the side of the hydrogenated products under all circumstances; a change in the value of entropy will introduce no changes here.

The reduction of gypsum in another reaction considered possible:

Reaction II:



$$Q_{2980} = 3.9 \text{ kcal.}$$

$$S_{2980} = 43.4 \text{ entropy units.}$$

286a

$$\log K_p = \log \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}} = \frac{3900}{4.59 \times 723} + \frac{43.4}{4.57} = 1.18 + 9.5 = 10.68$$

$$\frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}} = 4.7 \times 10^2$$

In this case, the equilibrium is reached only when the H_2O partial pressure becomes about 500 times higher than the partial pressure of H_2 . H_2 actually is always present in large excess, and the reduction will be practically complete. Considered thermodynamically, all sulfates formed upon the addition of $(NH_4)_2SO_4$ will in all probability be very unstable under the conditions existing in the liquid phase converters.

signed v. Muffling

*It would be necessary to consider in more accurate calculations, that the specific heat of the steam increases more with increasing temperature, than that of H_2 , and that more accurate calculations would indicate an equilibrium still further on the side of the hydrogenated compounds.

/flp

Der Beauftragte für den Vier-
jahresplan
Der Generalbevollmächtigte
für Sonderfragen der chemischen
Erzeugung.
Min. 51 P Dr. Krp./Bo

Abschrift, 1c

Geheim 7-3/2
K13

Berlin, den 2. 2. 48.

Zurück an
Vorzimmer Dir. Dr. Pier

Die Ausnutzung der Kohle bei der Erzeugung und
Verwendung heimischer Treibstoffe.

Die anhaltende Verschärfung auf dem Engpass Kohle gibt
Veranlassung zur Prüfung der Frage, ob durch Änderung der für die
heimische Treibstoffherzeugung eingesetzten Verfahren eine bessere
Ausnutzung der Kohle erzielt werden kann.

Dabei ist es wesentlich, dass alle für die Kraftstoff-
deckung des Verkehrs wesentlichen Momente berücksichtigt werden.
Eine Bewertung der Verfahren nur hinsichtlich des Wirkungsgrades
bezogen auf den Kohleverbrauch ohne Berücksichtigung der Qualität
der Endprodukte würde den angewendeten Verfahren zur Erzeugung
von hochwertigen Treibstoffen nicht gerecht werden und zu Fehl-
sclanungen führen, da der Kohlewirkungsgrad naturgemäss umso schlech-
ter wird, je edler das Endprodukt ist. Das hat seinen Grund darin,
dass zur Herstellung der veredelten Produkte ein wesentlicher
Energieaufwand notwendig ist, ohne dass der Heizwert höher wird.

Jede Umstellung eines Verfahrens auf ein anderes Endpro-
dukt, die beispielsweise bei Hydrierwerken möglich ist, bedingt
eine beträchtliche Änderung der für den Wirkungsgrad errechneten
Zahlen. Auch ein Vergleich auf Grund des Wirkungsgrades an der
Motorwelle gibt ein verkehrtes Bild. Dieser Wertmesser würde
erstens den Bewertungsmaßstäben, die für den Verkehr gelten, wie
Tonnenkilometer für den Lastkraftverkehr oder gefahrene Kilometer
für den Personenverkehr nicht gerecht. Er würde zweitens die (von
Kraftverkehr zur Aufrechterhaltung seiner Verkehrsleistung und
insbesondere von der Wehrmacht zur Sicherung der technischen
Überlegenheit geforderten Qualitätskriterien, die durch Eigenschaf-
ten, wie Klopffestigkeit oder Zündwilligkeit, Reinheit, Flüchtig-
keit, Korrosionsfreiheit, gekennzeichnet ist, in unzulässiger
Weise unterbewerten.

Die Motoren sind auf die Qualität eingestellt. Ein Flug-
zeug kann nicht mit einem Generator für feste Kraftstoffe betrie-
ben werden, selbst nicht mit Autobenzin, obgleich es sich hier
um gleichartige Kraftstoffe handelt.

Drittens vernachlässigt eine Bewertung nach dem Wirkungs-
grad die Schwierigkeiten, die bei der Umwandlung und Aufbereitung
der Kraftstoffenergie im Motor auftreten und ist daher irreführend.

und für die Praxis unsulänglich. Der Kraftstoff mit der höchsten Qualitätakalorie erfordert den geringsten technischen Aufwand im Betrieb. Der Generatorbetrieb kann nicht mit dem Betrieb mit flüssigen Kraftstoffen oder Flüssiggas verglichen werden. (Ganz andere Verhältnisse hinsichtlich Nutzlast, Motorleistung, Aufwand für Wartung, Betriebsdauer, Reparaturanfälligkeit, Anpassungsfähigkeit an die Verkehrslage, Motorabnutzung, Reichweite, Freizügigkeit, Schwierigkeit in der Beschaffung von ~~Lebensstoff~~ Lebensstoff) Es dürfen also nur solche Verfahren gegenübergestellt werden, die gleichartige und gleichwertige Produkte liefern, welche der Kraftverkehr ungefähr mit dem gleichen technischen Aufwand einsetzen kann.

Ferner muss bei einem Vergleich auch der technische Aufwand des einzelnen Verfahrens berücksichtigt werden.

Eine Rangordnung nach dem Koblewirkungsgrad bzw. nach dem Wirkungsgrad an der Motorwelle ist also ein theoretischer Wert. Seine praktische Anwendung ist auf diejenigen Fälle beschränkt, bei denen unter sonst vergleichbaren Verhältnissen ein Effekt hinsichtlich des Kohleverbrauchs erkennbar ist.

Unter diesen Gesichtspunkten müssen die nachfolgenden Tabellen gewertet werden. Würde man bei der Planung nur den Wirkungsgrad zu Grunde legen, so müsste man nur die Dampfmaschine als Antriebsmaschine mit dem höchsten Wirkungsgrad von etwa 18 % gelten lassen und die künftige Entwicklung darauf aufbauen.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der Verfahren zur Herstellung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen kann man nach den verschiedensten Gesichtspunkten vornehmen. Rohstoffbedarf, Eisenaufwand, Platzbedarf, Leutenzahl u. v. a. mehr, wobei zuletzt im Preis des Endproduktes alle diese Faktoren ihren Niederschlag finden.

Für die Wahl des jeweiligen Verfahrens jedoch wird aber immer der Zweck des Endproduktes bestimmend sein. Da man Flugszeuge nicht mit Generatorgas betreiben kann und man einen Lastwagen aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht mit einem Höchstleistungskraftstoff betreiben wird, so ist es notwendig, bei

und für die Praxis unsulänglich. Der Kraftstoff mit der höchsten Qualitätskalorie erfordert den geringsten technischen Aufwand im Betrieb. Der Generatorbetrieb kann nicht mit dem Betrieb mit flüssigen Kraftstoffen oder Flüssiggas verglichen werden. (Ganz andere Verhältnisse hinsichtlich Nutzlast, Motorleistung, Aufwand für Wartung, Betriebsdauer, Reparaturanfälligkeit, Anpassungsfähigkeit an die Verkehrslage, Motorabnutzung, Reichweite, Flexibilität, Schwierigkeit in der Beschaffung von Betriebsstoff). Es dürfen also nur solche Verfahren gegenübergestellt werden, die gleichartige und gleichwertige Produkte liefern, welche der Kraftverkehr ungefähr mit dem gleichen technischen Aufwand einsetzen kann.

Ferner muss bei einem Vergleich auch der technische Aufwand des einzelnen Verfahrens berücksichtigt werden.

Eine Rangordnung nach dem Koblewirkungsgrad bzw. nach dem Wirkungsgrad an der Motorwelle ist also ein theoretischer Wert. Seine praktische Anwendung ist auf diejenigen Fälle beschränkt, bei denen unter sonst vergleichbaren Verhältnissen ein Effekt hinsichtlich des Kohleverbrauchs erkennbar ist.

Unter diesen Gesichtspunkten müssen die nachfolgenden Tabellen gewertet werden. Würde man bei der Planung nur den Wirkungsgrad zu Grunde legen, so müsste man nur die Dampfmaschine als Antriebsmaschine mit dem höchsten Wirkungsgrad von etwa 18 % gelten lassen und die künftige Entwicklung darauf aufbauen.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der Verfahren zur Herstellung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen kann man nach den verschiedensten Gesichtspunkten vornehmen: Rohstoffbedarf, Eisenaufwand, Platzbedarf, Leutenzahl u.v.a. mehr, wobei zuletzt im Preis des Endproduktes alle diese Faktoren ihren Niederschlag finden.

Für die Wahl des jeweiligen Verfahrens jedoch wird aber immer der Zweck des Endproduktes bestimmend sein: Da man Flugzeuge nicht mit Generatorgas betreiben kann und man einen Lastwagen aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht mit einem Höchstleistungskraftstoff betreiben wird, so ist es notwendig, bei

Bei einer Rangierung der Verfahren nach dem Wirkungsgrad und einer Gegenüberstellung sämtlicher Brennstoffe würde man die triviale Tatsache erfahren, daß der unedlere Brennstoff dem höchsten Ausnützungsfaktor hat. Würde man daraus die Schlußfolgerung ziehen und nur Verfahren mit dem besten kalorischen Wirkungsgrad zulassen, so bedeutete dies einen Rückschritt in der Zivilisation. Die Warmwasserheizung müsste verboten werden, da die Rauchheizung der alten Germanen eine 100 %ige Ausnützung gewährleistete. Erst bei einer Aufteilung nach dem Endprodukt kann der kalorische Wirkungsgrad bei Beurteilung eines Verfahrens zwar nicht in erster Linie, so doch in den erforderlichen Grenzen mit herangezogen werden.

Auch bei der vergangenen Planung im Vierjahresplan konnte nicht nach dem letzten Wirkungsgrad gefragt werden, sondern in erster Linie nach Qualität, Eisenbedarf, Heeresverwendbarkeit, Lieferterminen, technischem Entwicklungsstand und Betriebssicherheit der einsatzfähigen Verfahren. Heer, Marine und Luftwaffe werden stets den besten Brennstoff in Verbindung mit dem besten Motor verlangen. Die Marine ist trotz des schlechteren Wirkungsgrades von der Kohlefeuerung zur Ölfuerung übergegangen.

Aus den günstigen Wirkungsgraden für den Einsatz mancher Ersatzkraftstoffe ergibt sich zwar die Folgerung, diese Ersatzkraftstoffe so stark als möglich heranzuziehen. Es ist aber zu beachten, daß in vielen Fällen die bisherige Planung erst die Voraussetzungen für den erweiterten Einsatz der Ersatzkraftstoffe geschaffen hat. Beispielsweise ist der Ausbau des Treibgases im Anschluß an die Hydrier- und Synthesewerke derart gefördert worden, daß zur Zeit allein der Einsatz von Treibgas höher ist, als die gesamte Erzeugung Deutschlands an Treibstoffen vor dem Kriege.

Für den Generator ist eine Entwicklung erst möglich, wenn ein geeigneter Brennstoff zur Verfügung gestellt wird, da die Holzmengen dafür in Deutschland nicht vorhanden sind. Hier wird der im Steinkohlenschmelzprogramm anfallende Schmelzkoks den Weg freimachen.

Es ist also daran festzuhalten, daß für vergleichbare Verfahren der Kohlenwirkungsgrad bzw. der Wirkungsgrad an der Motorwelle wohl hinwelse hinsichtlich der Wahl der Verfahren geben kann, daß aber diese Wirkungsgrade nicht zu einer allgemeinen Rangordnung der Verfahren mißbraucht werden dürfen in der Art,

daß dadurch Umstellungen in der gesamten Motorisierung erforderlich werden, deren Auswirkungen nicht in ähnlicher Weise zahlenmäßig erfasst werden können, wie die Wirkungsgrade. Derartige Umstellungen haben Nachteile zur Folge, die sich letzten Endes in erhöhtem Materialverbrauch und indirekt in vermehrtem Kohlebedarf auswirken werden, während der kohlewirtschaftliche Effekt in keinem Verhältnis zu diesen Nachteilen steht, weil nur etwa 3,5% des Steinkohlenverbrauchs und 14 % des Braunkohlenverbrauchs im Jahre 1941 auf den Mineralölteil des wahrwirtschaftlichen Erzeugungsplanes entfielen. Im Jahre 1942 werden diese Prozentzahlen 5,5 % für Steinkohle und 17 % für Braunkohle betragen. Selbst eine Einsparung von 30 % auf diesem Sektor würde ca. 2 % Steinkohle- bzw. Braunkohle-Einsparung ergeben, wobei die gesamte Motorisierung Deutschlands gefährdet würde, während andere Verbraucher mit 25 - 30 % Anteil am Gesamtverbrauch ganz andere Einsparungsmöglichkeiten bieten (z. B. Stromerzeugung aus 30 Mio. t Mittelgut der Steinkohlenförderung (Ballastkohle), die jetzt in der Erde bleiben und die Erzeugung von 11 Milliarden Kwh jährlich gestatten würden. (Vgl. Denkschrift der Bezirksgruppe der Steinkohlenbergbau A. G. Ruhr). Die Ausnützung dieser Energiequellen ist nach Angabe des Ruhrbergbaues bisher lediglich deshalb unterblieben, weil das RAB eine Beteiligung des Bergbaues an der öffentlichen Versorgung nicht wünscht.

Zu den Tabellen ist im einzelnen noch folgendes zu bemerken: Die einzelnen Verfahren werden in 5 Gruppen zusammengestellt:

1. Tabelle I : Hochdruckhydrierung und Syntheseverfahren
2. Tabelle II : Kombinierte Hydrier- und Syntheseverfahren
3. Tabelle III : Verfahren zur Erzeugung von Flaschengas mit 250 atü
4. Tabelle IV : Treibstoff-Verfahren für die Anwendung im Fahrzeug-Generator
5. Tabelle V : Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln

1. Aus Tabelle I ist <(Dampflokomotive und Kohlenstaubmotor)> ersichtlich, daß die Hochdruckhydrierung und Fischer-Synthese ausgehend von Steinkohle und Braunkohle im kalorischen Wirkungsgrad, der zwischen 36 und 40 % je nach den erzeugten Produkten liegt, etwa gleich sind. Der Wirkungsgrad der Kraftenerzeugung

an der Motorwelle beträgt 9 - 10 % bezogen auf den Kohleverbrauch. Diese Verfahren sind im Rahmen des Vierjahresplanes praktisch zur Durchführung gekommen. Dabei wurde die Steinkohlehydrierung in erster Linie für die Erzeugung von Hochleistungsfliegerbenzin und neuerdings auch Marin-Heizöl eingesetzt, die Braunkohlehydrierung für die Erzeugung von Fliegerbenzin mit Oktanzahl 87, Autobenzin und Dieselöl. Die Fischersynthese dient in erster Linie zur Deckung unseres Bedarfs an Dieselöl und Paraffin.

2. Auf Tabelle II sind die kombinierten Verfahren der Schwelung bzw. Verkokung von Stein- und Braunkohle mit anschliessender Teerhydrierung und Schwelkokssynthese wiedergegeben. Die Berechnung des Wirkungsgrades bei der Steinkohle- und Braunkohlenschwelung kann in verschiedener Weise erfolgen. Die Verluste, die in der Schwelung auftreten, können entweder ganz auf den überschüssigen Koks oder ganz auf die flüssigen Treibstoffe umgelegt werden, je nach dem Zweck, ob die Schwelung in erster Linie für die Kokserzeugung oder für die Treibstoffherzeugung beabsichtigt ist. Man erhält dann für die Steinkohlenschwelung mit anschliessender Teerhydrierung (Vergl. Fall I) einen Wirkungsgrad, der je nach der Berechnungsart zwischen 37 und 59 % schwankt und bei der Braunkohlenverschwelung mit anschliessender Teerhydrierung (Vergl. Fall II) zwischen 44 und 60 % liegt. Bei den in Tabelle II angeführten Zahlen wurden in der Weise verfahren, daß die Verluste in der Schwelung anteilig je nach dem Kaloriengehalt sowohl dem Koks wie auch dem Teer gutgeschrieben wurden.

Die Tabelle II zeigt fernerhin, dass, wenn auch der Kohleverbrauch, d.h. die Kohlemenge, die unmittelbar in Treibstoff übergeführt wird, verhältnismässig niedrig ist, der Kohlebedarf hingegen insbesondere bei der Steinkohlenschwelung ein Vielfaches beträgt. Der Unterschied Kohleverbrauch und Kohlebedarf gibt einen rohen Überblick über die Menge der bei den Verfahren anfallender Nebenprodukte. Sämtliche der in dieser Tabelle angeführten Kombinationen werden in Deutschland z.zt. praktisch durchgeführt, bzw. geplant.

Da bei der kombinierten Braunkohlenschwelung und Teerhydrierung der Überschuss an Grude im Vergleich zur Steinkohlenschwelung verhältnismässig klein ist und da neuerdings das

Absatzproblem der überschüssigen Grude beseitigt worden ist durch Verfeuerung der Grude in Kraftwerken, konnte die Verfahrenskombination Braunkohlenschwelung + Hydrierung im grössten Ausmasse durchgeführt werden. Das Braunkohlenschwelteerbenzin liegt in seiner Qualität an der unteren Grenze der von den Fliegern gestellten Anforderungen, jedoch sind die bei dieser Verfahrenskombination erhaltenen Produkte Autobenzin und Dieselöl qualitativ sehr gut.

An die Durchführung der Steinkohlenschwelung konnte erst in letzter Zeit herangegangen werden, da auf der einen Seite das Verfahren grosstechnisch noch nicht genügend entwickelt und auf der anderen Seite auch der Absatz des überschüssigen Koks sowie seine Verwendung noch nicht genügend geklärt war. Die Kombination Steinkohlenschwelung und Steinkohlenschwelteerhydrierung mit Verwendung eines Teiles des anfallenden Schwelkoks für die Wasserstoffherzeugung befindet sich z. Zt. in Oberschlesien im Bau.

Selbstverständlich lässt sich mit einer Schwelung und anschliessenden Teerhydrierung noch die Synthese koppeln (vgl. Zeile 3 u. 4 Tabelle II). Bei dem zwangsläufigen Anfall der verschiedenen Produkte, die in der Hydrierung bzw. in der Synthesestufe anfallen, ist darauf zu achten, dass sie mit dem jeweiligen Bedarf an Flieger- und Autobenzin, Dieselöl und Paraffin im Einklang stehen. In Zeile 5 ist eine Verfahrenskombination angeführt, bei der an die Stelle der Steinkohlenschwelung die Steinkohlenverkokung tritt. Auch solche eine Kombination wird an der Ruhr auf mehreren Anlagen verteilt, praktisch durchgeführt. Der Gesichtspunkt der Knappheit an guter verkokbarer Kohle an der Ruhr und in Oberschlesien steht einer breiteren Anwendung entgegen. Auf die Verwendung des bei dieser Kombination anfallenden Flaschengases (250 atm) wird weiter unten eingegangen.

3. Tabelle III. Bei diesem Verfahren werden Gase mit einem Heizwert von 4250 W E je Nm^3 als Treibstoffe erzeugt, die unter einem Druck von 250 atm auf Flaschen gefüllt, notfalls auch im Kraftverkehr Verwendung finden können. Besonders geeignet sind die für den Betrieb stationärer Motoren unter günstigen Bedingungen. Für den Kraftverkehr sind ungünstig der kleine Aktionsradius von ca. 300 km und das hohe Flaschen-

gewicht, welches bei einem 5 t-Lastwagen die Nutzlast um 3 t verringert.

4. In Tabelle IV sind die Verfahren angeführt, welche Treibstoffe für den Fahrzeuggenerator liefern. Was den Fahrzeuggenerator anbelangt, so kann dieser die für die Kriegsführung erforderlichen Motoren, die mit flüssigen Kraftstoffen betrieben werden müssen, in keiner Weise ersetzen, und wird auch für die Zukunft höchstens bei schweren Lastwagen und Omnibussen eine Rolle spielen.

Die mitzuführende Gasanlage ist schwer, erfordert besondere Wartung und nimmt viel Platz in Anspruch, da auch noch eine Kühlanlage und eine Reinigungsanlage dazu gehört. Die Umstellung auf Generatorgas ist mit einem erheblichen Leistungsverlust des Motors verbunden und die Gaserzeugung passt sich den stark wechselnden Beanspruchungen des praktischen Fahrzeugbedarfs nur schwer anpassen.

Aus diesem Grunde und auch wegen häufig auftretender Reparaturen an der Generatoranlage können mit Generatorgas nur dann vollwertige Fahrleistungen und gute wirtschaftliche Ergebnisse erzielt werden, wenn sachgemäss geschultes Personal bei der Wartung des Fahrzeuges eingesetzt wird. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass der Generatorbetrieb keine Ersparnis hinsichtlich des Eisenaufwandes bringt, wie die folgende Rechnung zeigt:

10 000 Generatoren erfordern 50 000 t Eisen.
10000 Diesellastwagen mit gleicher Nutzleistung brauchen
60 000 Jato Dieselöl zu deren Erzeugung ebenfalls 50 000 t
Eisen investiert werden müssen.

5. Auf Tabelle V sind zum Vergleich noch die Wirkungsgrade der Dampflokomotive und des Kohlenstaubmotors wiedergegeben. Würde man allein nach dem kalorischen Wirkungsgrad die Anwendung eines bestimmten Verfahrens entscheiden, so müsste diese Entscheidung zu Gunsten der Dampflokomotive ausfallen, da der Wirkungsgrad an der Motorwelle gemessen 70 %, bezogen auf den Kohlevorbrauch, beträgt. Jedoch kann die Forderung nach aufgelockerten nicht an die Schiene gebundenen Verkehr mit grossem Aktionsradius nur von Otto- und Dieselmotor erfüllt werden.

Um die Verkehrsbedürfnisse zu befriedigen, sind eine ganze Reihe von Forderungen zu berücksichtigen, die dem heutigen technischen Entwicklungsstand entsprechen müssen. Im Vordergrund stehen jedoch die wehrwirtschaftlichen Gesichtspunkte.

Heer, Marine und besonders Luftwaffe werden stets, solange ein evtl. Gegner noch bessere Brennstoffe hat, gleichfalls den besten Brennstoff in Verbindung mit dem besten Motor verlangen.

gez. Kranepuhl

T-312

KCBraun
4-8-47

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. PLANT DIV.

THE UTILIZATION OF COAL IN THE PRODUCTION AND
USE OF DOMESTIC MOTOR FUELS.

By Dr. Krasnpuhl, Berlin, 2. Feb. 1942
(see also T-138 and T-139)

The continuous constriction of the coal bottle neck leads us to examine the question, if a better utilization of coal could be obtained by changing the processes used in the domestic motor fuel production.

It is essential herewith that all essential factors contributing to the supply of motor fuels be taken into consideration. An evaluation of the processes with regard only to the efficiency based on coal consumption, without considering the quality of the final product, would not do justice to the processes currently used to produce high grade motor fuels and lead us astray in our planning, since the efficiency of coal naturally becomes poorer the more refined the final products are. The reason for that is, that considerable energy is required to produce the refined products, without increasing the heat value.

Every conversion of a process to another end product, possible in hydrogenation works, for example, entails a considerable change in the calculated efficiency. A comparison based on the efficiency at the motor shaft will also give a perverted picture. This measure of value would, in the first place, not satisfy the standards of value applicable to transportation, such as ton-mile for truck transportation or actual mileage for passenger traffic. In the second place, it would inadmissibly undervalue the quality calory, characterized by such properties as anti-knock, purity, volatility, anti-corrosion, or willingness to ignite, demanded by motor transportation for the maintenance of its performance and particularly by the army to safeguard its technical superiority.

Motors are adjusted to quality. An airplane can not fly with a generator for solid fuels, not even with auto-gasoline, although the fuels in question are similar in nature.

In the third place, an evaluation based on efficiency neglects the difficulties encountered in the conversion and preparation of motor fuel power in the motor and is, therefore, misleading and

294a

practically inadequate. The motor fuel with the highest quality calory requires the least expenditure in equipment. Generator operation can not be compared with operation with liquid fuels or liquid gas; entirely different conditions with respect to useful load, motor performance, cost of maintenance, operating period, repairs, adaptability to traffic conditions, motor wear, range of operation, and difficulty in its supply. Therefore, only such processes may be compared as supply similar products of equal value, which can be used in motor transportation with the same expenditure in equipment.

Furthermore, in any comparison the equipment requirement of the individual process must be considered.

An arrangement, therefore, in the order of the coal efficiency or the efficiency at the motor shaft is only of theoretical value. Its practical application is limited to those cases in which an effect with respect to the coal consumption can be recognized, other conditions being comparable.

The following tables must be evaluated from these points of view. If our planning were based only on the efficiency, the steam engine, with a maximum efficiency of about 18%, would be our only basis of comparison and the future development built upon it.

The processes for the production of liquid or gaseous fuels can be compared from the most varied points of view, such as raw material requirement, iron requirement, space requirement, personnel requirement and others, all of which factors determine the price of the final product. However, the purpose of the final product will always be the determining factor in choosing the process.

In an arrangement of the processes according to their efficiency and a comparison of all fuels, it would be found that the less refined fuel had the highest use-factor. If we were to draw a conclusion from this fact and consider only processes with high calorific efficiencies, we would be taking a step backwards in civilization. The calorific efficiency can only be considered in a division according to the final product, although not primarily, but within the required limits.

Neither could the greatest efficiency be the determining factor in past planning, but primarily quality, iron requirement, utility, delivery time and the degree of technical development and safety of operations of the processes at hand. The army, navy and air force will always demand the best fuel with the best motor. The navy has been converted from coal to oil firing, in spite of the lower efficiency.

From the favorable efficiencies of many substitute fuels one would conclude that these should be used as much as possible. However, it should be noted that in many cases the planning to date has just provided the basis for the wider use of substitute fuels, so that the production of liquefied fuel gases in hydrogenation works today is greater than the combined production of motor fuels in Germany before the war.

The development of the generator is possible only after a suitable fuel becomes available, because the German wood supply is inadequate. The L.T.C. coke produced in the bituminous coal low temperature carbonization program will clear the way for this.

We must, therefore, stick to the idea that, while for comparable processes the coal efficiency or the efficiency at the motor shaft may indicate the choice of the process, these efficiencies must not be misused for a general grading of the processes in such a way that conversions in the entire motor industry will become necessary, the effects of which can not be determined figuratively in a manner similar to the efficiencies. Such conversions have certain disadvantages, which eventually cause increased material consumption and increased coal requirements, while there is no relation between these disadvantages and the saving in coal, because only 3.5% of bituminous coal consumption and 14% of brown coal consumption was used for mineral oil production in 1941. These percentages will rise to 5.5% for bituminous coal and 17% for brown coal in 1942. Even a saving of 30% in this direction would mean only about 2% bituminous and/or brown coal injection, by which Germany's entire motorization would be endangered, while other consumers with 25 to 30% of the total consumption offer much greater possibilities for saving, such as electric power production from 30 million tons of middlings in bituminous coal mining (ballast coal), which now remain in the ground, and from which 11,000,000,000 Kwh/ann. could be produced. The utilization of this source of energy has so far been neglected only because RWE (Rheinisch-Westphälische Elektrizitätswerke) does not want the coal mining industry to participate in public utility power production, according to the Ruhr coal mining industry.

The tables (not available, but compare T-138) divide the individual processes into 5 groups:

Table I: High pressure hydrogenation and synthesis processes.

Table II: Combined hydrogenation and synthesis processes.

Table III: Processes for the production of bottle gas at 250 atm.

Table IV: Motor fuel processes for use in vehicle generator.

Table V: Comparison with other means of transportation.

294c

1). Table I shows that, based on the calorific efficiency of bituminous and brown coal, which ranges between 36 and 40%, depending upon the products produced, high pressure hydrogenation and Fischer synthesis are about equal. The efficiency of power production at the motor shaft is between 9 and 10%, based on coal consumption. Bituminous coal hydrogenation is used primarily for the production of high performance aviation gasoline and lately also for marine fuel oil, and brown coal hydrogenation for the production of 87 octane aviation gasoline, auto gasoline and diesel oil. The Fischer synthesis is used primarily to cover our requirements of diesel oil and paraffin.

2). Table II shows the combined processes of low temperature carbonization and/or coking of bituminous and brown coal with subsequent tar hydrogenation and L.T.C. coke synthesis. The efficiency of bituminous and brown coal carbonization may be calculated in various ways. The losses occurring in carbonization can be changed entirely either against the excess coke or the liqued fuels, depending upon whether carbonization is intended primarily for the production of coke or of motor fuel. For bituminous coal carbonization with subsequent tar hydrogenation (compare case I) we then get an efficiency between 37 and 59%, depending upon the method of calculation, and for brown coal carbonization with subsequent tar hydrogenation (compare case II) between 44 and 60%. Table II was compiled so that the losses in carbonization were credited partly to coke and partly to tar, depending upon the calory content.

Table II also shows that, even though the coal consumption, i.e. the quantity of coal directly converted into motor fuel, is comparatively low, the coal requirement, particularly in bituminous coal carbonization, is many times as great. The difference between coal consumption and coal requirement gives us a rough idea of the quantity of by-products obtained. All of the combinations mentioned in this table are used in Germany today.

Since in combined brown coal carbonization and tar hydrogenation the excess of Grude-coke is relatively small compared to bituminous coal carbonization, and since the problem of the disposal of the excess Grude has recently been eliminated by its use in power plants, the combined process of brown coal carbonization and hydrogenation could be carried out to its fullest extent. Brown coal tar gasoline quality is near the lower limit of aviation gasoline requirements, although the auto gasoline and diesel oil produced by this combined process is qualitatively very good.

Bituminous coal carbonization could just recently be carried out in earnest, because the process was not sufficiently developed for large scale production and the market for excess coke, as well as its use, was not sufficiently clarified. The process combination

294 d

of bituminous coal carbonization and bituminous coal L.T.C. coke produced for the production of H_2 , is presently being built in Upper Silesia.

It is obvious that synthesis may be coupled to carbonization and subsequent tar hydrogenation (compare items 3 and 4 of Table II). In the necessary production of the various products obtained in hydrogenation and/or subsequent synthesis, care must be taken that they be in accord with the demands for aviation and auto gasolines, diesel oil and paraffin. Item 5 shows a process combination in which bituminous coal carbonization is replaced by bituminous coal coking. Such a combination is used in several plants in the Ruhr. The point of view of scarcity of good coking coal in the Ruhr district and in Upper Silesia is opposed by a wider demand. The use of the bottle gas produced in this combination at 250 atm is further explained below.

3.) Table III. Gases with a heating value of 4250 kcal/m^3 are produced in this process as motor fuel. These are bottled at 250 atm, and can also be used in motor transportation, if need be. Bottle gas is particularly suitable for the operation of stationary engines under favorable conditions. Its disadvantages for motor transportation are its small radius of action of about 300 km and the heavy bottles, which reduce the pay load of a 5 t truck by 3 tons.

4.) Table IV shows those processes which supply fuel for vehicle generators. The vehicle generator can not replace the motors required for war vehicles, which must be operated with liquid fuels. Even in the future, its use will be of importance only for heavy trucks and busses.

The gas plant that must be carried along is heavy, requires special servicing and takes up much space, since a cooler and a cleaner go with it. The conversion to generator gas is coupled with an appreciable loss in motor capacity and the gas production is difficult to adapt to the varying demands of practical vehicle operation.

For this reason and also because of frequent repairs to the generator equipment, good economic results can only be achieved when properly trained operators are employed in servicing the vehicle. It is interesting to know in this connection, that no savings in iron requirement^{can} be obtained with generator operation, as the following calculation shows:

10000 generators require 50000 t iron. 10000 diesel trucks of equal pay load capacity require 80000 t of diesel oil per annum for the production of which 50000 t of iron are likewise required.

5.) For comparison, Table V shows the efficiencies of the steam locomotive and the powdered coal motor. If the application of a certain process were determined by its calorific efficiency alone, this would favor the steam locomotive, because its efficiency at the motor shaft equals 70%, based on coal consumption. However, the demand for non-rail transportation with a wide radius of action can only be met by Otto and Diesel engines.

In order to satisfy transportation requirements, we must consider many demands which, in turn, must be suited to the latest degree of technical development. Economic considerations, however, take first place.

I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

LUDWIGSHAFEN A. RH.

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unsere Nachricht vom

Unsere Zeichen

Instrumenten #3

HOCHDRUCKVERSUCHE

9. April 1942

P/Lu 558

Scha/KI

Betreff:

Erfahrungsaustausch. Thermoelementenmessung in Hochdrucköfen.

In der Erfahrungsaustausch-Besprechung am 5.12.1942 wurden bereits Mittel erörtert, das Durchgehen der Hochdrucköfen rechtzeitig zu erkennen bzw. unangenehme Auswirkungen auf das Kammergassystem zu unterbinden. In jener Besprechung wurde auch auf die in Pölitz erstmalig aufgetretene Erscheinung hingewiesen, daß eine Thermohülse im Tauchkolben der Deckelisolierung zusammengedrückt wurde.

In der Beilage übersenden wir Ihnen einen Bericht der Gelsenberg-Benzin Aktiengesellschaft über die Untersuchung einer solchen zusammengedrückten Thermohülse, besonders hinsichtlich der dadurch bedingten Beeinflussung der Temperaturmessung.

1. POSTANSCHRIFT DES ABSENDERS

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rh.

Heil Hitler!

I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

Leuna
Scholven
Pölitz
Welheim

Brabag 4x
Rheinbraun
Lützkendorf
Oberschlesien 2x
Brux

295



DRAHTWORT
Anlufabrik
Ludwigshafen

TELESPRECHER
400

ENTFANGSAHNHOF
Ludwigshafen (Rhein)
Anlufabrik

GESCHÄFTSZEIT
8-17 Uhr, Samstage 8-13 Uhr
BESUCHE
8-12 Uhr, außer Montage und
Samstage

KONTEN
Reichsbank-Giro Ludwigshafen a. Rh. 31/02
Postcheck Ludwigshafen a. Rh. 5816

1710-1835-10M-441/9096011
P/0267

Zurück an
Vorzimmer Dir. Dr. Pier

Kdlg.

Gelsenkirchen-Horst, den 23.1.42 E

Über das Verhalten der Thermoelemente beim lokalen Durchschneiden
der Hochdruckkissen.

Am 5.11.41 wurde um 17,30 Uhr an der Kohlekommer 706 ein Anziehen des untersten Elementes 101 von 23,5 auf 26,5 mV beobachtet und daraufhin die Kammer auf Q1 umgestellt. Abends um 18,30 Uhr hatte das Element 101 wieder seine normale Temperatur von 23,5 mV. Darauf wurde erneut versucht, Kohlebrei einzuspritzen. In der Nacht um 1,50 Uhr stieg das Element 101 erneut an (24,5 mV) und gleichzeitig auch das Element 105 auf 25,2 mV, es wurde daher auf Anreibebell umgestellt. Die Elemente beruhigten sich wieder und um 3,30 Uhr wurde nochmals versucht, Brei einzuspritzen. Um 5,40 Uhr ablegten alle Elemente in der einen Hülse auf 30-40 mV, sodass die Kammer sofort umgestellt werden musste. Die Elemente beruhigten sich nochmals, aber ein neues Umstellen auf Brei führte zum Nachgehen der Temperaturen. Nach diesen Betriebsbeobachtungen musste man annehmen, dass der Ofen von unten her langsam zugestakt ist, wobei allerdings nicht erklärlieh war, dass dies im Ofen 1 geschehen konnte.

Nach dem Ausbau des Ofens zeigte sich jedoch überraschenderweise, dass der Ofen vollkommen frei und lediglich die Thermokübel innerhalb des Tauchkolbens auf eine Länge von 200 cm zusammengequetscht war und somit eine lokale Reaktion innerhalb des Tauchkolbens be-
stätigte. Der Ausbaubefund zeigte also, dass das ursprünglich be-
obachtete Anziehen der untersten Ofenklappe paritätisch war, son-
dern durch eine erhöhte Konzentration in Tauchkolben verformt wurde.
In der baillierten Anlage sind in Bild 1 dargestellt: oben die nor-
male Thermokübel in Schnitt, in der Mitte und unten die Schmelze
durch die Quetschvorrichtung in Bild 2 ist die Quetschvorrichtung
vergrößert wiedergegeben. Es zeigt sich, dass der Tauchkolben
der Anlage so konstruiert ist, dass die Schmelze durch das Tauchkol-
benrohr und die Thermokübeln durchgezogen wird, wobei die Schmelze
erhöhte Mengen an starker Streckung. Dieser offenkundige Zustand
einer dauerhaften Zusammenpressung, der Folge der starken Ver-
formung, dass die Schmelze in der Tauchkolbenanlage ist, dass die
Elemente untereinander einen ständigen, ständigen Kontakt haben.

As far as the investigation of the above mentioned persons in the
Mandelstam-Therapeutic is from:

1. Formaten sind in diesem Angebot nicht enthalten, sondern werden separat bestellt.

Während der 61 ersten Jahre des 20. Jahrhunderts sind die durchschnittlichen Jahresmitteltemperaturen in den Vereinigten Staaten um 1,5 Grad Celsius angestiegen. Dies ist durch eine Zunahme der Wärmestromdichte in der Atmosphäre bedingt, die durch die Erhöhung der Treibhausgas-Konzentrationen in der Atmosphäre verursacht wird. Die Temperaturerhöhung ist in den Tropen am stärksten ausgeprägt, während sie in den gemäßigten Breiten geringer ist. Die Temperaturerhöhung in den Tropen ist auf die Zunahme der Wärmestromdichte in der Atmosphäre zurückzuführen, die durch die Erhöhung der Treibhausgas-Konzentrationen in der Atmosphäre verursacht wird. Die Temperaturerhöhung in den gemäßigten Breiten ist auf die Zunahme der Wärmestromdichte in der Atmosphäre zurückzuführen, die durch die Erhöhung der Treibhausgas-Konzentrationen in der Atmosphäre verursacht wird.

Widerstandsänderungen entsprechend berücksichtigt wurden. Bringt man jedoch in Eichofen II an dem Element eine Kleinstelle an, so zeigt das Element die Temperatur des Eichofens II. Die Klemme des Eichofens I ist kurz geschlossen und sinkt vollständig zusammen. Durch Anbringen des Kurzschlusses in Eichofen II wird also die Temperaturmessung von Ofen I nach Ofen II verlegt.

2. Verhalten der ausgebauten und zusammengequetschten Thermohülse bei Erhitzung in zwei Eichöfen.

Von der ausgebauten Thermohülse wurde das zusammengequetschte Stück herausgeschnitten, die Elemente freigelegt, zu neuen Thermoelementen verbunden und derselbe Versuch in zwei Eichöfen wie unter 1 beschrieben durchgeführt. Man kommt grundsätzlich zu denselben Ergebnissen. Sämtliche Elemente haben gegeneinander Kurzschluss, sodass man mit einem Konstantandrath eine Thermokraft mit jedem einzelnen Eisendrath bestimmen kann. Zunächst wurden beide Eichöfen auf gleiche Temperatur gehalten. Diese Temperatur wird von allen Konstantandrähten gegen jeden einzelnen Eisendrath mit wenigen Ausnahmen einwandfrei angezeigt. Eine Hintereinanderschaltung von mehreren Elementen ist nicht aufgetreten.

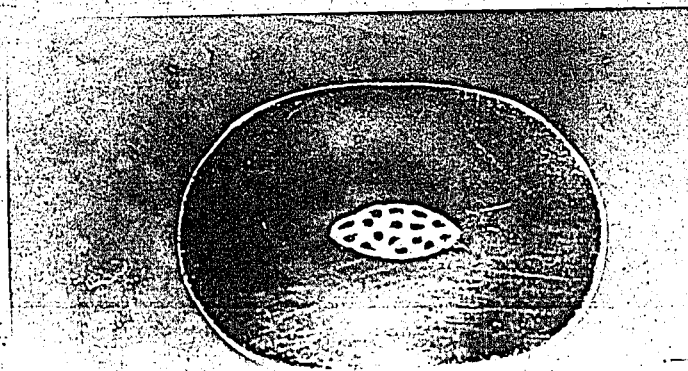
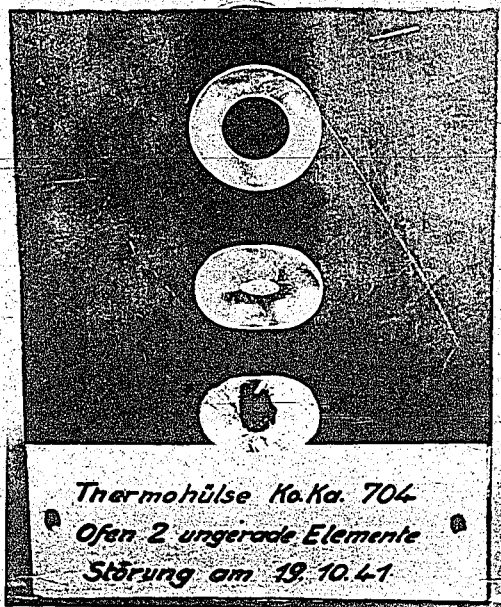
Dann wurde der Eichofen I, d.h. der hintere Ofen, auf 17 mV gehalten und der vordere Ofen mit der Quetschstelle auf 24,3 mV. Fast von allen Konstantandrähten wird gegen jeden Eisendrath die Temperatur des Ofens II angezeigt. Bei einigen Elementen werden teils kleinere, teils grössere Abweichungen nach unten festgestellt, was darauf zurückzuführen ist, dass in der Gegend der 250 mm langen Quetschstelle lose Kurzschlüsse vorhanden sein können.

Fendet man diese Ergebnisse auf den eingangs beschriebenen Betriebvorgang an, so zeigt sich, dass durch die rasche Reaktion im Tauchkolben zunächst Einzelelemente kurz geschlossen wurden und infolgedessen die Temperatur an dieser Quetschstelle anzeigt. Mit dem Fortschreiten der Quetschung wird der Kurzschluss der Elemente allgemein und infolgedessen zeigen alle Elemente die Temperatur der Quetschstelle an. Es werden also bei einer lokalen Quetschdrückung der Tauchhülse die Lötstellen der Elemente praktisch nach der Quetschstelle verlegt, sodass es den Anschein gewinnt, als ob der Ofen als solcher anliegt, in Wirklichkeit wird es nur die Temperaturen an der zusammengedrückten Stelle.

Zusammenfassung:

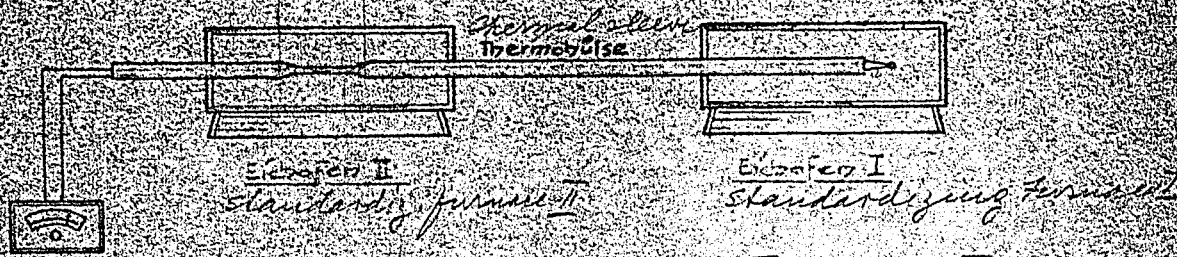
An der Kohlelektrode 706 stiegen zunächst die unteren Elemente, später sämtliche Elemente auf 40 mV an. Demnach musste man vermuten, dass der Ofen von unten her verstopft war. Der Ausbaubefund zeigt jedoch eine Quetschdrückung der Thermohülse im Tauchkolben. Es wird nachgewiesen, dass die Lötstellen der Thermoelemente nach der Quetschdrückung der Tauchhülse verlegt werden und damit die Temperatur an der neuen Stelle messen. Eine Hintereinanderschaltung von Thermoelementen wird nicht beobachtet; dagegen werden an einzelnen Elementen bei niedrigen Temperaturen gefunden, was auf lose Verbindungen innerhalb der zusammengedrückten Stelle zurückgeführt werden muss.

100. Unterelemente...



Stange, Durchmesser 280 mm
 Hülse eingedrückt 280

F-280



Constantan wire against Fe-wire
 Konstantandrath gegen Eisendrath

Test 1 Test 2
 Versuch I Versuch II

Nr. I	Nr. II	Test 1	Test 2
1	1	17,2 mV	24,0 mV
" 1	" 2	17,2 "	22,5 "
" 1	" 3	16,7 "	22,0 "
" 1	" 4	17,2 "	23,0 "
" 1	" 5	17,2 "	22,5 "
" 1	" 6	17,2 "	22,7 "
" 2	" 1	17,0 "	17,0 "
" 2	" 2	17,0 "	18,0 "
" 2	" 3	17,2 "	21,5 "
" 2	" 4	17,2 "	18,3 "
" 2	" 5	17,0 "	16,6 "
" 2	" 6	17,0 "	18,5 "
" 3	" 1	17,0 "	23,3 "
" 3	" 2	17,2 "	22,0 "
" 3	" 3	17,0 "	23,3 "
" 3	" 4	17,0 "	23,2 "
" 3	" 5	17,0 "	24,8 "
" 3	" 6	17,2 "	22,5 "
" 4	" 1	17,2 "	22,5 "
" 4	" 2	17,0 "	23,8 "
" 4	" 3	17,2 "	22,2 "
" 4	" 4	17,2 "	25,2 "
" 4	" 5	17,0 "	23,6 "
" 4	" 6	16,2 "	22,6 "
" 5	" 1	17,2 "	14,3 "
" 5	" 2	17,2 "	12,4 "
" 5	" 3	17,2 "	12,7 "
" 5	" 4	17,2 "	12,4 "
" 5	" 5	17,2 "	10,7 "
" 5	" 6	17,2 "	20,0 "
" 6	" 1	17,2 "	20,0 "
" 6	" 2	17,2 "	20,0 "
" 6	" 3	17,2 "	19,6 "
" 6	" 4	17,2 "	19,0 "
" 6	" 5	17,2 "	21,5 "
" 6	" 6	17,2 "	18,5 "

<u>Konstantendruck</u>	<u>gegen</u>	<u>Leisendraht</u>	<u>Versuch I</u>	<u>Versuch II</u>
Dr. 7		Dr. 3	17,2 mV	19,7 mV
7		2	17,2 "	22,3 "
7		3	17,2 "	23,5 "
7		4	17,2 "	23,7 "
7		5	17,2 "	22,2 "
7		6	17,2 "	20,2 "
Dr. 8		1	17,2 "	13,3 "
8		2	17,2 "	16,0 "
8		3	17,2 "	17,2 "
8		4	17,2 "	17,0 "
8		5	17,2 "	15,6 "
8		6	17,2 "	17,0 "

Test 1

Versuch I

Test 2

Versuch II

Furnace

Eichofen I

Furnace

Eichofen II

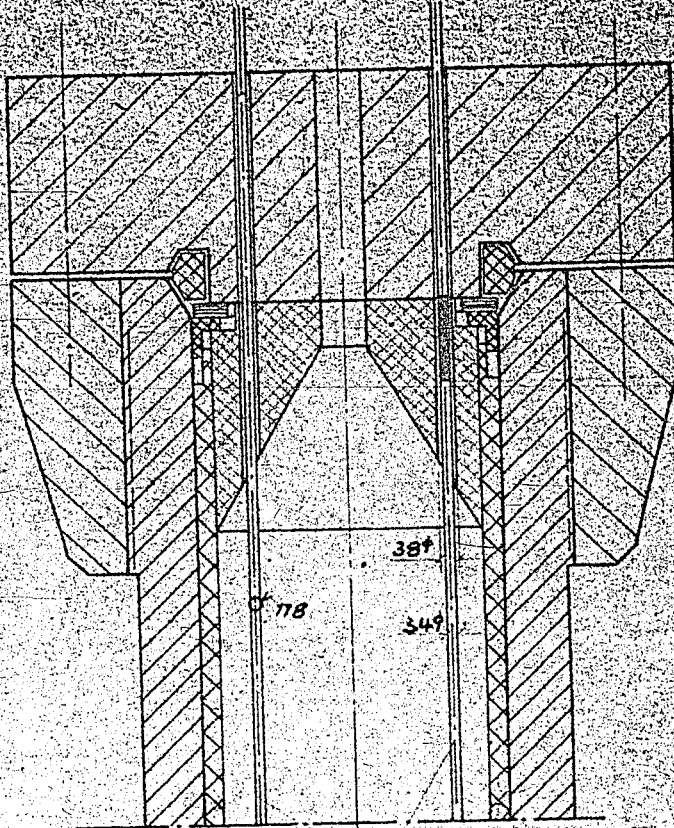
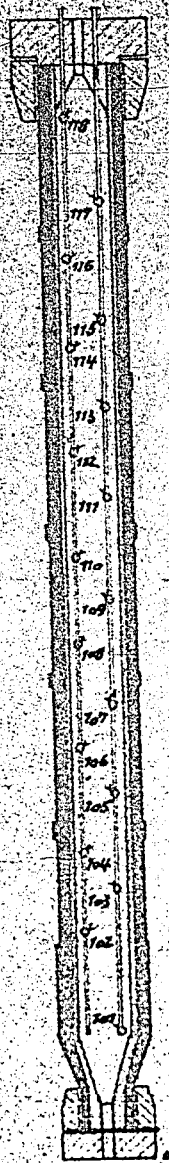
17,0 mV ✓

17,2 mV ✓

17,0 mV ✓

24,1 mV ✓

Gelsenberg-Benzin A. G.



Thermobülse

Coal Stall 706, Converter
Ko-Ka 706 Ofen 1

Reaktion im Tauchkolben
Reaktion in der Immersion Well.

5.11.1941

11/5/1941

201

Gelsenberg-Benzin A.G.

BK No 1728

W-270

THERMOCOUPLE MEASUREMENTS IN HIGH PRESSURE CONVERTERS.

From Dr. Pier's Private Files.

High pressure experiments
P/Luna 558

Ludwigshafen a.Rh.

April 9, 1942.

Methods have been proposed permitting an early recognition of the "passing through" the converter or to prevent its undesirable effect upon the operation of the stall. During the discussion reference was made to the observation first made in P/Luna of compression a thermocouple sleeve in an immersion well of the cover insulation.

You will find in the appendix a report of the Geisenberg German A.G. of investigation of such a compressed thermocouple socket, especially in connection to the effects on temperature measurements introduced by it.

2 signatures, illegible.

Appendix.

Geisenkirchen-Dornin A.G.

Control Division.

Geisenkirchen-Harst,
1/23/42.

Report of Tests No. 5

BEHAVIOR OF THE THERMOCOUPLES DURING A LOCAL "PASSING THROUGH" OF CONVERTERS.

Operations.

On the 12/5/42 at 17:30 o'clock the bottom thermocouple 101 of the coil well 705 indicated a rise from 23.5 to 25.5 mV and the stall was changed over to oil operations. At 18:30 o'clock the thermocouple 101 returned to its original reading of 23.5 mV. Attempts were then made to warm coil injection. The thermocouple reading again rose (to 24.5 mV) at 19:30 o'clock and the thermocouple 103 also read 24.2 mV, and operations were changed over to oil. The thermocouple again came down to normal and at 2:00 o'clock a new attempt was made to inject coal.

301a

paste. At 5:40 all the thermocouples in one socket rose to 30 - 40 mv, and the stall-operations had to be changed over immediately. The couples came again back to normal, but again when operations with paste were attempted the temperatures rose. These experiences in operation have led us to assume that the converter was becoming slowly coked up from below, without offering any explanations on why this should have happened in converter I.

However, dismantling the converter showed it to our surprise to be completely unobstructed and that the thermocouple sleeve was merely squeezed together over a length of 280 mm inside the immersion well, indicating thus the existence of some local reaction inside the well. Dismantling showed also that the originally observed rise of the bottom thermocouple did not represent a real rise in temperature in the converter but only in the thermocouple well. Fig. 1 again represents the squeezed place on a greatly increased scale. The compression of the well is seen to be so great, that all the vacant space is completely filled with the ceramic insulation and the wires, and the wires themselves are greatly elongated. It is evident, that with such a compression of the well over a length of 280 mm the ceramic material was crushed and the wires formed a more or less perfect contact with each other.

It was now tested that temperatures would be indicated by such bundles of the elements.

1. Behavior of a single new thermocouple by heating to different temperatures in two standardizing furnaces.

A new thermocouple was first carried through two standardizing furnaces.

The junction was located in furnace No. I, the leads were insulated and passed through the furnace No. II. In this case the thermocouple indicates correctly the temperature of the junction, regardless of the temperature of the second furnace, provided the changes in resistance were taken into consideration. Should however a contact between the wires be formed inside the second furnace, the reading will represent the temperature of the second furnace. The EMF of the first furnace is short-circuited and disappears entirely. A short circuit in the second furnace transfers the temperature measurement from furnace I to furnace II.

2. The behavior of the converter with several thermocouples heated in two furnaces.

3016

The squeezed piece of the dismantled thermocouple was cut out, the elements separated, connected to a new thermocouple, and the same test as described under 1. was repeated. Fundamentally the same results are obtained. The different thermocouples are interconnected, so that the same constantan wire can be used for the measurement of the thermoelectric power of every iron wire. The temperature of both furnaces was at first kept the same. This temperature was indicated by every constantan wire against every iron wire, with very few exceptions. There was no connection in series of the different couples.

The standardizing furnace I, i.e. the rear furnace, was then kept at 17 mv, while the front furnace with the squeezed part was raised to 24.1 mv. Almost all the constantan wires showed with the iron wires the temperature of the furnace II. A few of the couples gave more or less lower readings, to be attributed to loose shorts in the 200 mm of the squeezed section.

Were we to apply these results to the operational observations described above, we will see that the local immersion well reaction had first shorted the elements, and indicated therefore the temperatures in those particular points. As the squeezing progressed the elements became shorted all over, and all the thermocouples gave readings of the squeezed section. In case of a local contraction of the thermal well the junctions are to all intents transferred to the contracted section, giving an impression as if the temperature of the whole converter was rising, while one actually reads only the temperature of the compressed section.

Summary:

In stall 706 the readings of the bottom thermocouples rose first, then of all the thermocouples to 40 mv. This has led to the suspicion the converter was cooled from the bottom up. Dis-mantling showed however a compression of the thermocouple tubes inside the thermal walls. It has been proven that the junction of the elements is shifted by the squeezing together of the wells, and that the temperature readings are made in a different spot. The thermocouples have not been observed becoming connected in series, but too low readings were observed on some of the thermocouples, which were attributed to shorts inside the squeezed section.

Signed: The Underwriters

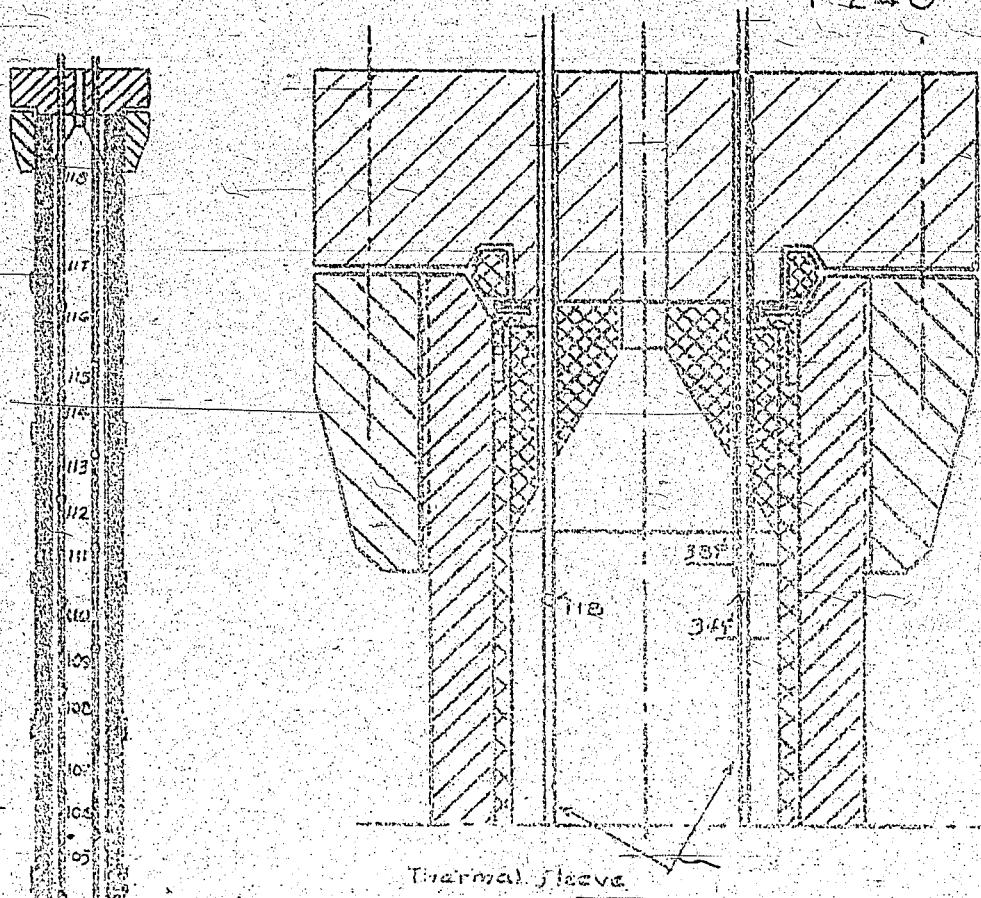
W.H. Stenberg.

301c

Constantan Wire		against	Pt-Wire	Test I	Test II
No. 1			No. 1	17.2 mV	24.0 mV
" 1			" 2	17.2 "	22.5 "
" 1			" 3	16.7 "	22.0 "
" 1			" 4	17.2 "	23.0 "
" 1			" 5	17.2 "	22.5 "
" 1			" 6	17.2 "	22.7 "
" 2			" 1	17.0 "	17.0 "
" 2			" 2	17.0 "	18.0 "
" 2			" 3	17.2 "	21.5 "
" 2			" 4	17.2 "	18.3 "
" 2			" 5	17.0 "	16.8 "
" 2			" 6	17.0 "	18.5 "
" 3			" 1	17.0 "	23.3 "
" 3			" 2	17.2 "	22.0 "
" 3			" 3	17.0 "	23.3 "
" 3			" 4	17.0 "	23.3 "
" 3			" 5	17.0 "	24.8 "
" 3			" 6	17.2 "	22.5 "
" 4			" 1	17.2 "	22.5 "
" 4			" 2	17.0 "	23.6 "
" 4			" 3	17.2 "	22.2 "
" 4			" 4	17.2 "	25.2 "
" 4			" 5	17.0 "	21.6 "
" 4			" 6	16.2 "	22.6 "
" 5			" 1	17.2 "	14.3 "
" 5			" 2	17.2 "	12.4 "
" 5			" 3	17.2 "	12.7 "
" 5			" 4	17.2 "	12.4 "
" 5			" 5	17.2 "	10.7 "
" 5			" 6	17.2 "	20.0 "
" 6			" 1	17.2 "	20.0 "
" 6			" 2	17.2 "	20.0 "
" 6			" 3	17.2 "	19.6 "
" 6			" 4	17.2 "	19.0 "
" 6			" 5	17.2 "	21.5 "
" 6			" 6	17.2 "	18.6 "
" 7			" 1	17.2 "	12.2 "
" 7			" 2	17.2 "	22.3 "
" 7			" 3	17.2 "	23.5 "
" 7			" 4	17.2 "	23.7 "
" 7			" 5	17.2 "	22.2 "
" 7			" 6	17.2 "	23.2 "
" 8			" 1	17.2 "	13.3 "
" 8			" 2	17.2 "	16.0 "
" 8			" 3	17.2 "	17.2 "
" 8			" 4	17.2 "	17.0 "
" 8			" 5	17.2 "	15.6 "
" 8			" 6	17.2 "	17.0 "

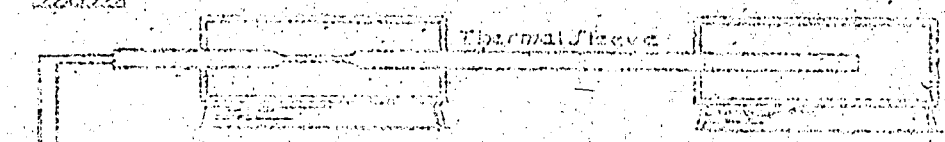
3012

T-240



COAL STALL 706, CONVERTER I
REACTION IN THE IMMERSION WELL
11/5/1941

Sleeve compressed 230 mm.



Standardizing Furnace II Standardizing Furnace I

301a

Hochdruckversuche
Lu 558

Translate

Instr. 4

27. März 1943 Ha/Fu

Zurück an

Vorzimmer Dir. Dr. Flör

(T-3//)

Betr. Hochdruck-Viskosimeter.

Es wird immer wieder der Wunsch nach einem Viskosimeter laut, mit dem die Zähigkeit von Kohlebrei unter hohen Drücken und bei hohen Temperaturen gemessen werden kann. Eine Lösung des Problems besteht meines Wissens noch nicht. Primitive Anordnungen, die hier nebenbei ausprobiert wurden, funktionierten nicht.

Nach Prüfung der aus der Viskosimetrie her bekannten Meßverfahren scheinen mir deren zwei für die Hochdruckausführung am besten geeignet zu sein. Es ist dies

- 1) das Verfahren, aus der Geschwindigkeit eines fallenden Körpers auf die Zähigkeit des umgehenden Mediums zu schließen und
 - 2) das durch die Flüssigkeit übertragene Drehmoment als Viskositätsmaß zu benutzen.
- 1) Für die Ausführung des Verfahrens 1) wird meistens eine Stahlkugel verwendet, die man in der zu messenden Flüssigkeit fallen läßt.

Zur Ermittlung der Viskosität dient das Gesetz von Stokes.

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 \cdot (s_k - s) \cdot v}{R} \cdot \left(1 + \frac{4}{3} \frac{r}{R}\right)$$

- s_k, s = Dichten des Kugelmateri als bzw. der Flüssigkeit
 v = Sinkgeschwindigkeit der Kugel
 r = Radius der Kugel
 R = Radius des Fallzylinders.

Die Formel gilt nur für zentrischen Fall der Kugel durch das Rohr. Zur Vermeidung unkontrollierbarer Abweichungen hat man das Fallrohr auch schräg gelegt und läßt die Kugel an der Wandung hinabgleiten.

Bei der Ausführung für die Hochdrucktechnik könnten wir auf diese letzten Feinheiten zunächst wohl verzichten und das Rohr senkrecht anordnen. Die beiliegende Handskizze 3 zeigt, wie die Hochdruckausführung gedacht ist. Das Fallrohr wird entweder vor Beginn einer Meßreihe mit Kohlebrei aufgefüllt, unter Wasserstoffdruck gesetzt und aufgeheizt oder es wird in die Kohlebreileitung, die zum Ofen führt, eingeschaltet. Das letzte Verfahren hat den Vorteil, daß man am Eingang und am Ausgang die Temperatur des Kohlebreis messen kann und so auf Temperaturmessungen im Fallrohr selbst verzichten kann.

27284

302

Die Kugel hängt mittels eines Stahldrahtes genügender Steifigkeit an einem kleinen Eisenanker, der von dem Elektromagneten (Haltespule) festgehalten wird. Nach Unterbrechen des Stromes der Haltespule fällt der Anker ab und die Kugel beginnt im Kohlebrei abzusinken. Der Moment der Stromunterbrechung wird gestoppt. Mit gleicher Geschwindigkeit wie die Kugel bewegt sich der am oberen Ende des Stahldrahtes befestigte Anker durch das unmagnetische V₂A-Rohr, das außen die von Standardmessungen her bekannten mit Kondensatoren in Spannungs-ressonanz geschalteten Spulen trägt und läßt beim Durchgang durch die Spulen die zugehörigen Glühlampen jeweils kurz aufleuchten, sodaß man in der Lage ist, die Fallzeit abzustoppen. Eine oder zwei solcher Anzeigespulen am unteren Ende des V₂A-Rohres würden auch genügen, wodurch das Hantieren mit der nachfolgend beschriebenen Zugspule erleichtert würde.

Soll der Versuch wiederholt werden, so muß die Kugel nach oben gebracht werden; dazu dient eine besondere Zugspule, die über das V₂A-Rohr geschoben und dann von Hand gesenkt und wieder gehoben wird. Die inzwischen wieder eingeschaltete Haltespule hält den Anker fest bis zur nächsten Auslösung.

Vorteile: Verwendung bekannter Bau-Elemente wie Standardmessungsspulen; keine Federn und andere empfindliche Teile im Hochdruckraum.

Nachteile: keine laufende Anzeige.

- 2) Das zweite Verfahren, das auf der Übertragung eines Drehmoments durch die Flüssigkeit auf einen Meßkörper beruht, geht auf Couette zurück. Die Flüssigkeit befindet sich zwischen zwei konzentrierten Zylindern, deren äußerer mit bekannter Winkelgeschwindigkeit gedreht wird.

Ist M, das auf den inneren Zylinder wirkende Drehmoment, so ist die Zähigkeit

$$\eta = \frac{M}{4\pi L \cdot \omega} \left(\frac{1}{R_i^2} - \frac{1}{R_a^2} \right)$$

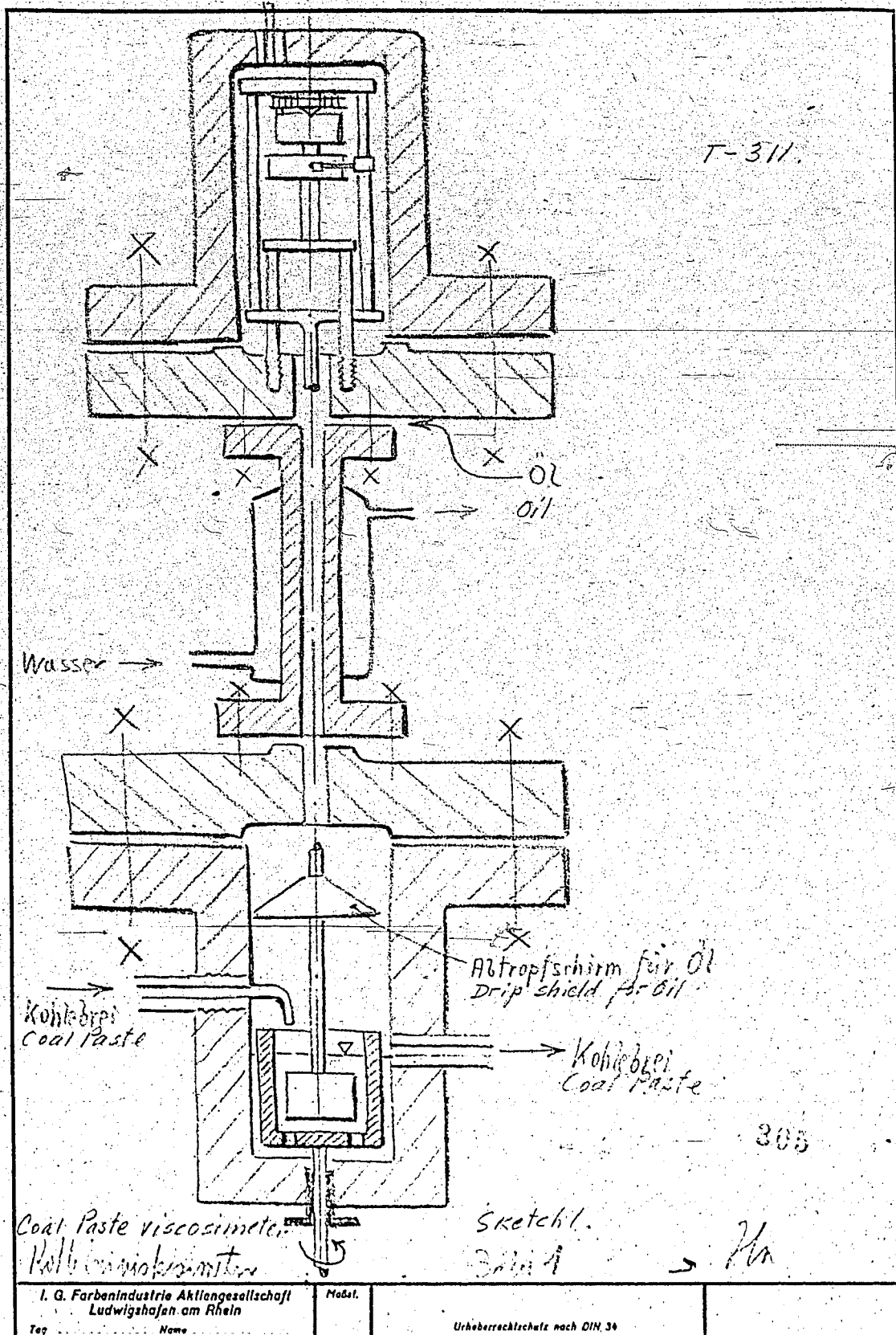
Die Handskizzen 1 und 2 zeigen, in welcher Weise das Verfahren in der Hochdrucktechnik verwendet werden könnte. Der äußere Zylinder wird von einem regelbaren Motor außerhalb des Hochdruckraumes angetrieben. Der Meßkörper, auf den das Drehmoment übertragen wird, hängt an einer langen Spindel, die durch ein gekühltes Rohr zu einem Gehänge führt. Das Gehänge (siehe Skizze 2) ist auf einer Spitze drehbar gelagert und trägt einen Kontaktarm, der auf einem Ferngeber (Toroidwicklung) schleift. Das Gegendrehmoment wird von einer Spiralfeder geliefert. Feder und Ferngeber sind in einem kalten Teil des Hochdruckapparates untergebracht. Sie sind nach Abnehmen der druckfesten Kappe zugänglich. Da der Drehwinkel auf etwas weniger als 180°

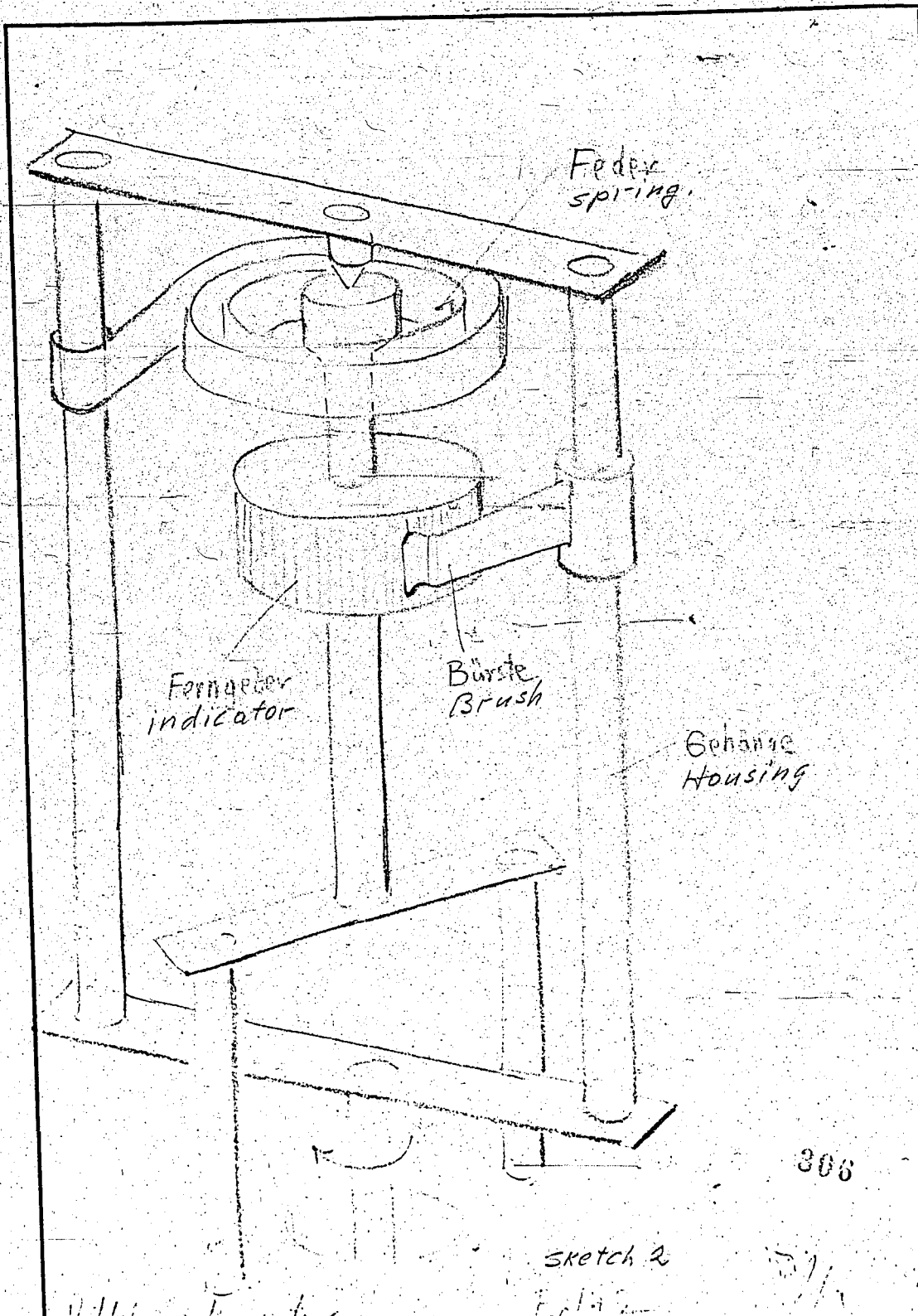
beschränkt ist, ist hier eine Umschaltmöglichkeit auf verschiedene Meßbereiche notwendig. Ohne Unterbrechung des Versuches gibt es dazu nur die eine Möglichkeit der Drehzahländerung des Antriebsmotors. Damit sich der Kohlebrei im rotierenden Topf stetig erneuert, sind im Boden des Topfes Löcher vorgesehen. Der Ablauf befindet sich in der Höhe des gewünschten Niveaus. So kann der Stand des Kohlebreies im Drehtopf nie zu niedrig, allenfalls bei zu engem Auslauf zu hoch werden, wird sich aber bei gesperrtem Zulauf immer auf die verlangte Höhe einstellen.

Vorteile: Laufende Anzeige der Viskosität.

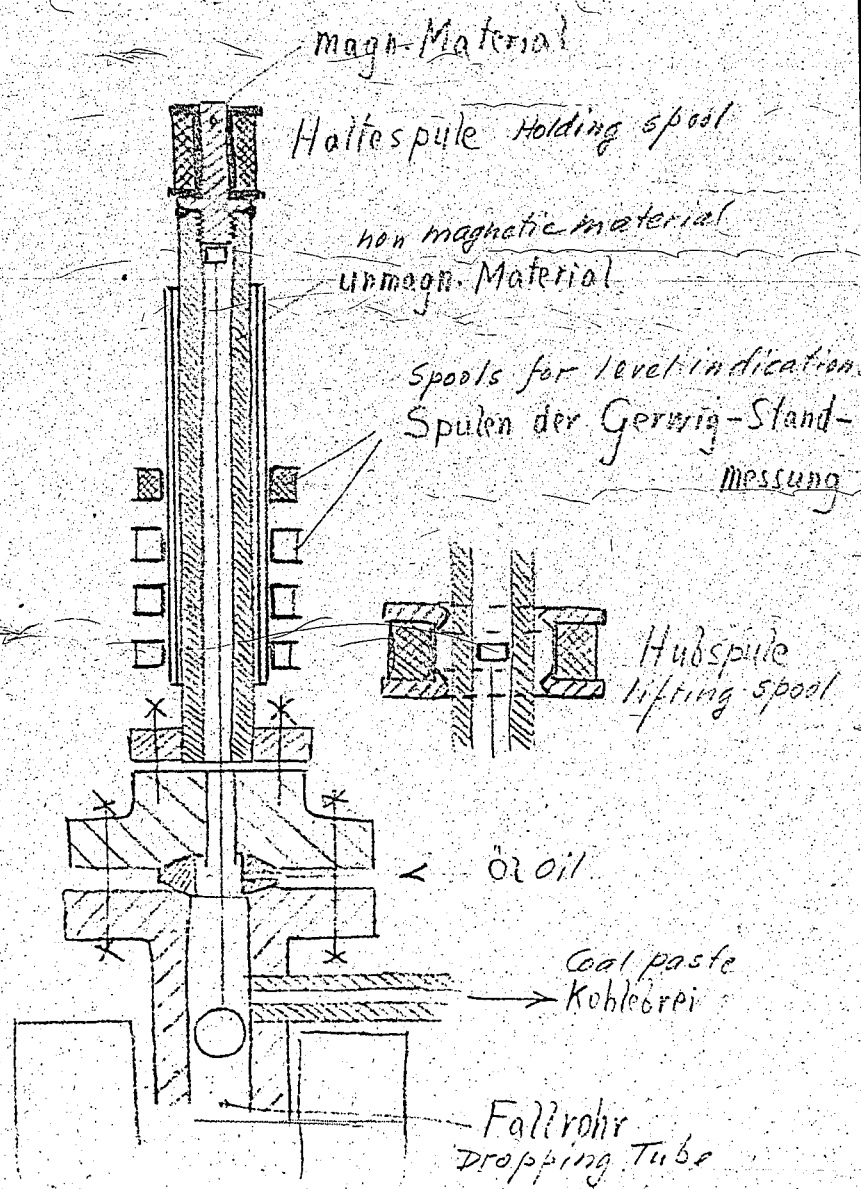
Nachteile: Komplizierter Aufbau, Verwendung empfindlicher Teile wie Spiralfedern und elektr. Ferngeber.

Hammer





I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft Ludwigshafen am Rhein		Maßstab	Urheberrechtsschutz nach DIN 34
Tag	Name		



Ma 12.6.41

304

Sketch 3

Ball 3

Kohlensammelapparat

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft Ludwigshafen am Rhein	Maßst.	Urheberrechtsschutz nach DIN 34	
Tag	Name		

T-311
W.M. Sternberg

U. S. BUREAU OF MINES
HYDRO. DEMON. PLANT DIV.

High Pressure Experiments
Lu 558

March 27, 1943

M. Pier's Files.
HIGH PRESSURE VISCOSIMETERS

The need of a viscosimeter to measure the viscosity of paste under high pressure and at high temperature is repeatedly felt. As far as I know, there is as yet no solution of the problem. Primitive arrangements which have been repeatedly tested here, do not work.

An examination of the different methods of determination of viscosity appears to offer two which might permit to carry out determinations at high pressures. These are:

- 1). a process for the computation of viscosity based on the rate of a fall of a body
- 2). to use the moment of rotation produced by the liquid as means for determining viscosity

1) The first method is mostly used by measuring the rate of fall of a steel ball through the liquid to be tested.

Viscosity is determined by using Stokes' law

$$\eta = \frac{2}{9} \times 981 \times r^2 \frac{\rho_b - \rho_l}{v} \times (1 + 2.4 \frac{v}{R})$$

where ρ_b and ρ_l are the densities of the material of the ball and of the liquid,

v -- rate of drop of the ball

r -- radius of the ball

R -- radius of the cylinder

The formula may be used only for a ball falling through the center of the cylinder. Uncontrollable deviations are avoided by placing the tube in an inclined position and permitting the ball to slide down the wall.

We could disregard this last refinement for measurements under high pressure, and keep the tube vertically. The sketch #3 shows how we believe the test should be run. The tube is either filled with the coal paste before the start of the test, hydrogen pressure applied, and heated; or else it is to be set up in the coal paste pipe line. The latter arrangement has the advantage of permitting measuring the inlet and outlet temperatures of the coal paste, avoiding the necessity of measuring the temperature inside the tube proper.

The ball is suspended by a sufficiently stiff steel wire to a small iron anchor, held in position with a small electromagnet (holding coil). When the current through the electromagnet is interrupted, the anchor falls off and the ball begins to sink. The moment of interruption of the current is

307a

marked on the stopwatch. The steel anchor fastened to the ball from above moves with the same velocity as the ball through a non-magnetic V₂A tube, which is equipped with standardized spools connected with condensers by voltage resonance, and causes the proper small lamps to light up when the anchor passes through the coils, which will permit to record the fall with a stopwatch. One or two such indicator spools at the bottom end of the tube would be sufficient, and they will facilitate manipulations of the pull-up spool, which will be described below.

If the test is to be repeated, the ball will have to be brought back to the top. This is done by a special pull-up spool which is pushed by hand around the V₂A tube and again raised. The halting spool will in the meantime be again connected and will hold the anchor.

Advantages: made up of familiar elements, such as level indicating spools; no springs or other delicate parts in the high pressure space.

Disadvantages: no continuous recording.

2) The second method depends on transforming a moment of rotation through the liquid to some measuring substance was designed by Couette. The liquid is placed between two concentric cylinders, the outer cylinder being rotated at some angular velocity.

If M is the moment of rotation acting upon the inner cylinder, the viscosity is

$$\eta = \frac{M}{4\pi L \omega} \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right)$$

Sketches 1 and 2 show the way in which the process could be used in the high pressure installations. The outer cylinder is rotated by motor, the speed of which can be regulated, and which is located outside the high pressure space. The cylinder upon which the moment of rotation is transferred, hangs on a long rod, which is connected through a cooled tube to a suspension. The suspension (sketch 2) is suspended from a point in a way to permit it to rotate, and carries a contact arm which slides over an indicator (toroid winding). The opposing moment of rotation is supplied by a spiral spring. The spring and indicator are placed in a cold part of the high pressure apparatus. They are accessible after removing pressure resisting cap. The angle of rotation is limited to somewhat less than 180°, and provisions must be made for conversion to different ranges of measurements. This may be done without interrupting the test by changing the rpm of the driving motor. The continuous replacement of the paste in the rotating cylinder is done through holes in its bottom. The drain is located at the desired level. In this way, the level of the paste can never become too low, but may occasionally become too high, but can always be brought to the required height by throttling down the supply line.

Advantages: Continuous indications of viscosity.

Disadvantages: Complicated structure, use of delicate parts, such as spiral springs and electrical indicators.

/s/ Hamacher

/pkl

307 L

Comparative tests of samples of coal H&LD produced at different works
Ringuntersuchung von Kohleabschlammproben verschiedener Werke.

Die Probenahme erfolgte Mitte Januar 1942.
Samples taken middle of Jan. 1942

Tabelle 1
Table 1

Sources of H&LD: Herkunft des Abschlamms	Scholven				Gelsenberg					Pölitze				Ludwigshafen			
Investigated at: Untersuchungsstelle	Scholven	Gelsenberg	Pölitze	Lu	Welheim	Scholven	Gelsenberg	Pölitze	Lu	Scholven	Gelsenberg	Pölitze	Lu	Scholven	Gelsenberg	Pölitze	Lu
In the total product																	
Vom Gesamtprodukt:																	
Benzol-insoluble %	27,7	27,3	27,0	27,4	20,8	20,7	21,5	21,0	21,9	17,7	18,8	17,6	18,3	19,8	19,7	19,3	20,0
Ash in Benzol insol. %	30,3	29,5	26,6	29,8	60,0	58,4	59,5	60,6	60,0	39,2	38,0	38,2	38,5	53,7	49,5	50,2	50,3
In the solid-free oil																	
Vom entfestetem Öl:																	
spez. Gew. bei 100°C	1,159	1,141	1,125	1,144	1,073	1,094	1,076	1,064	1,078	1,100	1,094	1,100	1,104	1,096	1,076	1,078	1,080
Siedekurve: Beg. °C	140	-	183	265	-	174	-	280	268	141	-	270	270	158	-	259	258
% - 325°C	3,4	2,6	3,3	2,0	9,0	9,1	5,4	9,5	4,9	3,6	5,0	8,0	3,4	2,1	6,7	7,2	4,6
s-Asphalt																	
mit Kahlbaumgasoline	31,5	-	-	-	8,4	19,5	-	-	-	23,9	-	-	-	20,1	-	-	-
mit Merkbenzin	-	33,9	-	-	-	-	17,9	-	-	-	24,0	-	-	-	19,0	-	-
mit Rhodanbenzin	-	31,8	25,0	28,6	8,3	15,8	16,6	16,0	14,3	-	21,9	16,8	18,9	14,9	17,8	15,1	15,7
Vak.-Kurve bei 16 mm Hg	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Gew. % - 225°C	14,8	15,0	11,0	11,8	18,3	18,4	28,0	17,0	19,4	22,1	27,0	16,0	15,8	21,9	25,0	14,5	15,9
" - 275°C	34,8	38,0	30,0	30,5	43,9	44,1	57,0	42,0	42,6	41,5	53,0	39,0	36,0	42,8	53,0	36,6	37,9
" - 325°C	49,0	52,5	43,0	40,6	63,6	60,2	69,5	57,0	57,2	54,3	65,0	49,0	48,4	58,4	67,5	50,8	50,8
" Rückstand > 325°C	50,0	47,5	57,0	59,4	35,4	39,0	30,5	43,0	42,8	43,6	35,0	51,0	51,6	41,1	32,5	49,0	49,2
L.T.C. analysis:																	
Schwefelanalyse:																	
% Teer tar	45,7	45,4	44,5	42,9	56,7	58,7	56,9	59,0	57,3	58,7	57,0	56,0	54,4	58,0	58,4	59,2	56,4
% Koks coke	53	-	51,6	49,5	41,5	39,0	-	36,5	34,3	39,0	-	37,0	39,0	41,0	-	37,4	35,5
% Wasser water	0,3	-	0,4	0,5	0,7	0,5	-	0,5	0,6	0,5	-	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,6
% Gas + Verlust loss	1,0	-	3,5	7,1	1,1	1,8	-	4,0	7,8	1,8	-	6,6	6,1	0,5	-	3,0	7,5
% Ölausbeute oil yield	63,3	62,9	61,0	59,2	71,6	74,2	72,1	74,6	73,3	71,3	69,9	67,9	66,5	72,3	71,5	73,3	70,5

Table 2
Tabelle 2

30

T-427

Study of Hot let Down oils and Benzol-Containing Filtrates of HOLD.
Untersuchung von Abschlämmölen und benzolhaltigen Filtraten
aus Abschlämmen auf ihren Asphaltgehalt.
For Their Asphalt Contents

Herkunft Source	Pölitz		Gelsenberg		Scholven	
Eingang Rec'd	2/15/42 18.2.42	2/18/42 18.2.42	3/7/42 7.3.42	3/7/42 7.3.42	3/8/42 9.3.42	3/9/42 9.3.42
Menge ca Amounts, abt.	500 g	3 Ltr	200 g	2 Ltr	200 g	2 Ltr
Bezeichnung Designation	Abschlämmöl angeliefert Hot let down oil delivered	Öl ¹⁾ in Lu isoliert aus Benzol-Filtrat ¹⁾	Abschlämmöl angeliefert Hot let down oil, delivered	Öl ¹⁾ in Lu isoliert aus Benzol-Filtrat ¹⁾	Abschlämmöl angeliefert Hot let down oil, delivered	Öl ²⁾ in Lu isoliert aus Benzol-Filtrat ²⁾
% Asphalt (mit w. Rhenania Benzin bestimmt) = gasoline	18,3	17,9	14,0	13,7	28,1	-

- 21% hot let down oil was isolated from benzol filtrates from Pölitz and Gelsenberg
- 1) Aus den Benzolfiltraten von Pölitz und Gelsenberg wurden jeweils 21 % Abschlämmöl isoliert.
 - 2) Selbst nach Abdestillation von 96 % war der Rückstand noch benzolig: deshalb nicht untersucht.
Residue contained benzol even after 96% have been distilled off: for this reason not investigated.

308

UNITED STATES - DEPARTMENT OF THE INTERIOR - BUREAU OF MINES - OFFICE OF SYNTHETIC LIQUID FUELS - LOUISIANA, MISSOURI
From Dr. Pier's Private Files

W. M. Sternberg, December 9, 1947

T - 427

Comparative tests of Samples of Coal HOLD Produced at Different Works. — Samples Taken Middle of Jan. 1942

Table 1																	
Sources of HOLD:	Scholven				Gelsenberg				Politz				Ludwigshafen				
Investigated at:	Schol- ven	Gelsen- berg	Pol- itz	Lu.	Wel- heim	Schol- ven	Gelsen- berg	Pol- itz	Lu.	Schol- ven	Gelsen- berg	Pol- itz	Lu.	Schol- ven	Gelsen- berg	Pol- itz	Lu.
In the total product:																	
Benzol insoluble, percent	27.7	27.3	27.0	27.4	20.8	20.7	21.5	21.0	21.9	17.7	18.8	17.6	18.3	19.8	19.7	19.3	20.0
Ash in benzol insol., percent	30.3	29.5	26.6	29.8	60.0	58.4	59.5	60.6	60.0	39.2	38.0	38.2	38.5	53.7	49.5	50.2	50.3
In the solid-free oil:																	
Sp. gr. at 100°C	1.159	1.141	1.125	1.144	1.073	1.094	1.076	1.064	1.078	1.100	1.094	1.100	1.104	1.096	1.076	1.078	1.080
D.P. curve: start °C	140	-	183	265	-	174	-	280	268	141	-	270	270	158	-	259	258
Percent - 325°C	3.4	2.6	3.3	2.0	9.0	9.1	5.4	9.5	4.9	3.6	5.0	8.0	3.4	2.1	6.7	7.2	4.6
S. asphalt percent																	
with Kahlbaum gasoline	31.5	-	-	-	8.4	19.5	-	-	-	23.9	-	-	-	20.1	-	-	-
with Merk gasoline	-	33.9	-	-	-	-	17.9	-	-	-	24.0	-	-	-	19.0	-	-
with Rhenania gasoline	-	31.8	25.0	28.6	8.3	15.8	16.6	16.0	14.3	-	21.9	16.8	18.9	14.9	17.8	15.1	15.7
Vac. curve at 16 mm Hg	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Wt. percent - 225°C	14.8	15.0	11.0	11.8	18.3	18.4	28.0	17.0	19.4	22.1	27.0	16.0	15.8	21.9	25.0	14.5	15.9
Wt. percent - 275°C	34.8	38.0	30.0	30.5	43.9	44.1	57.0	42.0	42.6	41.5	53.0	39.0	36.0	42.8	53.0	36.6	37.9
Wt. percent - 325°C	49.0	52.5	43.0	40.6	63.6	60.2	69.5	57.0	57.2	54.3	65.0	49.0	48.4	58.4	67.5	50.8	50.8
Wt. percent Residue 325°C	50.0	47.5	57.0	59.4	35.4	39.0	30.5	43.0	42.8	43.6	35.0	51.0	51.6	42.4	52.5	49.0	49.2
L. T. C. Analysis:																	
percent tar	45.7	45.4	44.5	42.9	56.7	58.7	56.8	59.0	57.3	58.7	57.0	56.0	54.4	58.0	58.4	59.2	56.4
Percent coke	53	-	51.6	49.5	41.5	39.0	-	36.5	34.3	39.0	-	37.0	39.0	41.0	-	37.4	35.5
Percent water	0.3	-	0.4	0.5	0.7	0.5	-	0.5	0.6	0.5	-	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6
Percent gas + loss	1.0	-	3.5	7.1	0.1	1.8	-	4.0	7.8	1.8	-	6.6	6.1	0.5	-	3.0	7.5
Percent oil yield	63.3	62.9	61.0	59.2	71.6	74.2	72.1	74.6	73.3	71.3	69.9	67.9	66.5	72.3	71.5	73.3	70.5

Table 2

Study of Hot Let Down Oils and Benzol - Containing Filtrates of
MOLD for Their Asphalt Contents

Source	Politz		Gelsenberg		Scholven	
Received	2/18/42	2/18/42	3/7/42	3/7/42	3/9/42	3/9/42
Amounts, abt.	500g	3Li	200g	2 Li	200 g	2 Li
Designation	Hot let down oil delivered	Oil iso-lated from the Lu Benzol filtra-te 1)	Hot let down oil delivered	Oil iso-lated from the Lu Benzol Filtra-te 1)	Hot let down oil delivered	Hot oil iso-lated from the Lu Benzol Filtra-te 1)
Percent s-asphalt (Determ. w. Rhenania gasoline)	18.3	17.9	14.0	13.7	28.1	-

- 1) 21 percent hot let down oil was isolated from benzol filtrates from Politz and Gelsenberg.
- 2) Residue contained benzol even after 96 percent have been distilled off: for this reason not investigated.

Vorzimmer Dir. Dr. Plet

Anschrift: Velsenkirchen, Postfach 15
 Drahtwort: Velsenbenzin
 Fernsprecher: Velsenkirchen 37251

Lueninghoffen e.h.

32

T-426

Ihre Nachricht vom

In der Antwort angeben:
Unsere Zeichen:

Unser Hausruf
3262

Gelsenkirchen-
30.7.43 na.

Betreff: Anfahrtsanweisung
Bredenecker Str.

Bei der Planung der Steinkohlenerieanlage Gelsenberg wurde der Gedanke, die Verkohlung des Rohbrenns durch Regeneration vorzuziehen, nicht in Betracht gezogen, weil mit der Breiteregeneration bei Steinkohle ein Übergang zu Braunkohle keine realen Erfahrungen vorliegen und die erforderliche technische Durchführung der Stoffschichtregeneration für Gelsenberg auch ohne dies genügend Schwierigkeiten erwarten liess.

In der Steinkohlhydrierung Pölitz wurde die Breiregeneration in der Weise vorgesehen, dass ein Teil des Kohlebreis mit geringer Konzentration an Frischkohle (Dünnbrei) in Regeneratoren zusammen mit dem Arbeitsgas und der andere Teil des Kohlebreis mit höherer Konzentration (Dickbrei) in der kalten Gasse des Vorheizers aufgeschwemmt wurde. Die Fahrweise hat sich in der Versuchsanlage in Ludwigshafen und in Pölitz bewährt.

Nunmehr wurde bei Gelsenberg erstmalig die Aufheizung normalen Kohlebreis mit 46 - 47 % Festem (einschliesslich Glastöl) im Regenerator zusammen mit dem Arbeitsgas mit dem Ziel einer Entlastung des Vorheizers durchgeführt (bei Ko-Ka 706). Ohne apparativen Aufwand, wie ihn die Fahrweise mit Breiteilung bedingen würde - es ist lediglich der Regenerator in den Breiweg eingeschaltet worden -, wurden recht gute Ergebnisse erzielt, wie nachstehend in Vergleich mit Kammern ohne Brei regeneration Ko-Ka 701 und 702 ergibt:

- 1.) Der Kohlebrei lässt sich zusammen mit dem Arbeitgas (38 t Brei + 3 t Arbeitgas + 31.000 m³ Gas) im Regenerator auf 315° bei unveränderter Druckdifferenz aufheizen, ohne dass bis jetzt (nach 3 Monaten) ein Absinken des K-Wertes zu beobachten wäre. Absatz- und Verdickungserscheinungen traten dadurch nicht auf.

— 2 —

216

- 2.) Durch den Wegfall des Breitegases ist die Druckdifferenz des Systems konstanter geworden und liegt nicht höher als früher einschliesslich Breiteil des Vorheizers gemessen wurde. Die Temperaturen lassen sich deutlich besser beherrschen, d.h. die Kammer lässt sich ruhiger fahren und liefert gleichmässige Abschlämungen.
- 3.) Die Kammer-Ausstrittstemperaturen liegen bei Ko-Ma 706 gegenüber denen der Kammer 701 und 702 bei vergleichbarer Durchsatz zu Beginn etwa 10°, nach 5 monatiger Betriebszeit aber schon 18° tiefer. Sie sinken in Kammer 706 bei 474° geblieben, während sie an den Kammer ohne Breiregeneration von 484° auf 502° gestiegen sind. Die Kältegastemperaturen verhalten sich entsprechend: An Kammer 706 unverändert 540°, an Kammer 701 und 702 568° auf 584° gestiegen. Die Austrittstemperatur des Vorheizers ist während dieser Zeit zwg. um 16° gesunken, während sie bei den anderen Kammer um 24° abgenommen hat. Die Wärmeübergangszahl an der heissen Gasse hat bei Ma-706 weniger abgenommen als bei Ma 701 und 702. Ob dieses Ergebnis mehr zufälliger Art ist, muss bis zum Vorliegen weiterer Erfahrungen mit anderen Kammer abgewartet werden. Die wichtigsten thermischen Daten sind in der nachstehenden Tabelle und auf dem beigefügten Kurvenblatt zusammengestellt:

Wärmeübergangszahlen mit und ohne Breiregeneration:

	mit Breiregeneration		ohne Breiregeneration	
	nach 6 Tagen	nach 83 Tagen	nach 6 Tagen	nach 83 Tagen
Regenerator	210	210	215	210
Gashaarnöfen	11,4	10,8	9,0	9,8
Breiteil	-	-	-	-
Mittlere Gasse	5,1	5,1	4,5	4,4
heisse Gasse	8,5	7,8	7,3	6,5
El. 144 mV/°C	22,6/435°	21,7/420°	22,6/435°	21,2/410°
G-Elemente " "	10,5/474°	10,5/474°	10,8/484°	11,3/502°

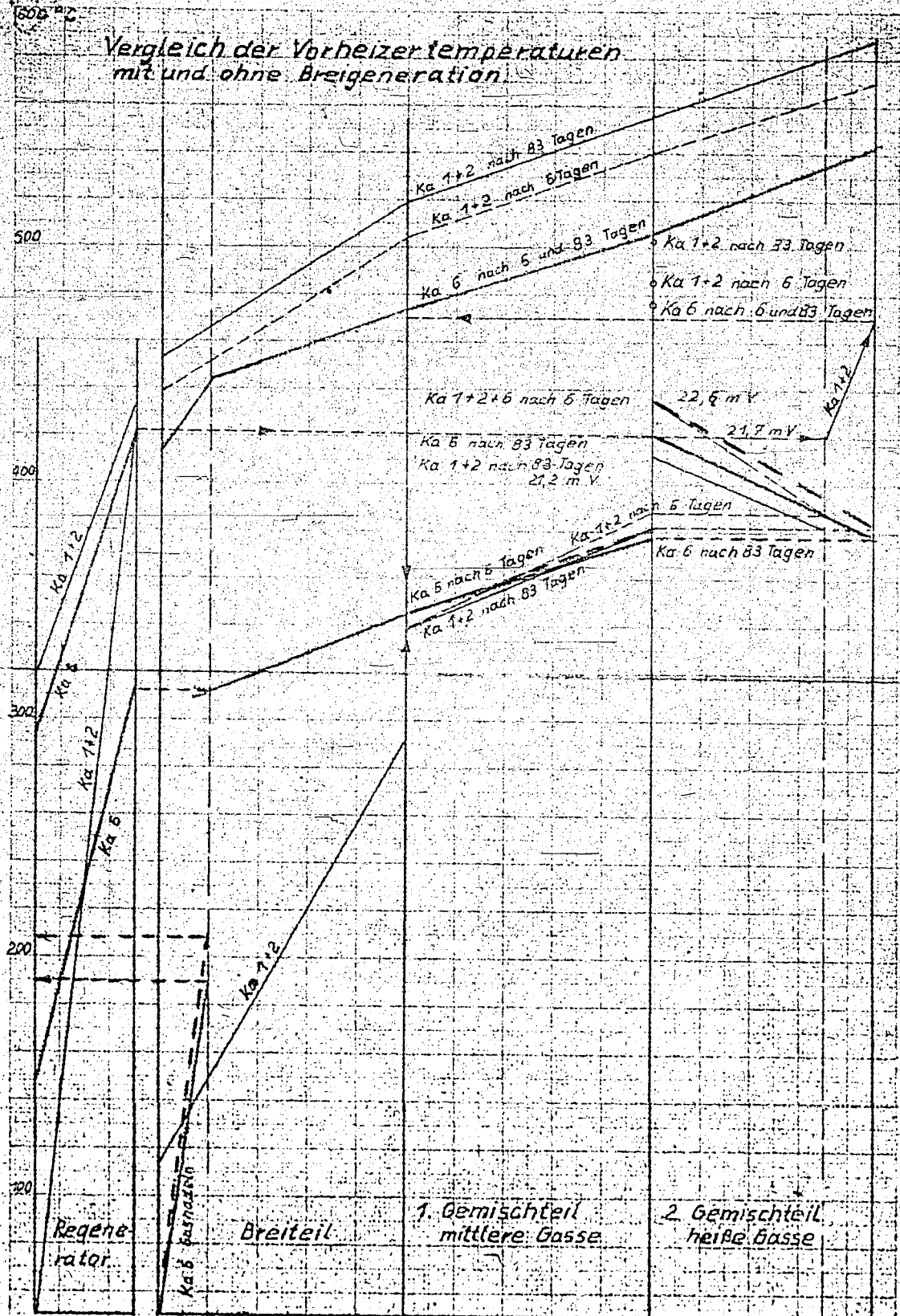
Gelsenberg Benzin

Werkstoffgesellschaft

[Handwritten signature]

Beilage

Vergleich der Vorheizertemperaturen mit und ohne Breigeneration



UNITED STATES
DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF MINES
OFFICE OF SYNTHETIC LIQUID FUEL
LOUISIANA, MISSOURI

From Dr. M. Pier's Files

T-426

W. M. Sternberg
Dec. 15, 1947

Gelsenberg - Benzin A. - G.

I. G. Farbenindustrie
High Pressure Experiments
Ludwigshafen

July 20, 1943

PASTE HEAT EXCHANGERS

Very little consideration has been given to the question of using heat exchangers for the bituminous coal paste in Gelsenberg. Unlike with brown coal, no experience was available for the heat exchange of bituminous coal paste; moreover, the hydrogenation of bituminous coal at 700 atm lead to the anticipation of considerable difficulties, even without the use of the untried heat exchange.

In the Pölitz bituminous coal hydrogenation heat exchangers have been installed for heating the low concentration coal paste (the thin paste), by introducing it to-gether with the gas, while the remaining coal was introduced into the cold pass of the exchanger as a thick paste. This method of operation has been found satisfactory in the experimental installations at Ludwigshafen and in Pölitz.

3/2a

It was originally intended to relieve the preheater load in Gelsenberg by heating the coal paste with the normal solids content (46 - 47 percent) (including the glaze oil) and the gas in heat exchangers (coal stall 706). Very good results have been obtained without making the changes in design, which would have had to be made if the paste stream had been divided, and would have consisted in connecting the heat exchanger into the paste pass, as may be seen in comparing with the stalls with no heat exchange (liquid phase stalls 701 and 702):

1). The coal paste with the gas (38 te paste + 3 te pasting oil + 31,000 m³ gas) is heated up to 315°C without any resulting lowering of the K values up to now, after three months of operation and without causing any changes in the pressure differences. This means that no settling out or thickening processes could have been observed.

2). The pressure difference including the difference in the paste part of the preheater has become more constant by the omission of the paste gas and is no higher now than it formerly was. The temperatures can be distinctly more readily regulated, i.e. the stall can be operated more uniformly and will produce uniform amounts of let-down.

312 L

3). The temperature outside the hairpins was 10°C lower in the coal stall 706 at the beginning of the operations and is now 18°C lower after three months operation than in the stalls 701 and 702, without changing the thruputs. It is kept at 474°C in the stall 706, while in the stalls with no paste heat exchangers it had to be raised from 484° to 502°C . The temperatures of the circulating gas show a similar relationship: they remain unchanged at 540°C in stall 706 while in the stalls 701 and 702 they have been increased from 568 to 584°C . The outlet temperature from the preheater has been dropped during that time by 16°C , while it had been reduced by 24°C in the other stalls. The heat transfer coefficient in the hot pass has changed less in the stall 706 than in the stalls 701 and 702. We have to wait for information from other stalls before telling whether these results are merely accidental in nature. The principal thermal data are summarized in the table below and in the adjoining sheet of curves.

	With heat exchange		With no heat exchange	
	after 6 days	after 83 days	after 6 days	after 83 days
Heat exchangers	210	210	215	210
Gas Hair-pins	11.4	10.8	9.0	9.8
Paste part	-	-	-	-
Middle pass	5.1	5.1	4.5	4.4
Hot pass	8.5	7.8	7.3	6.5
Thermocouple 144 mv/ $^{\circ}\text{C}$	22.6/435 $^{\circ}$	21.7/420 $^{\circ}$	22.6/435 $^{\circ}$	21.2/410 $^{\circ}$
S- thermocouple 144 mv/ $^{\circ}\text{C}$	10.5/474 $^{\circ}$	10.5/474 $^{\circ}$	10.8/484 $^{\circ}$	11.3/502 $^{\circ}$

/s/ illegible

3/2 c