

TITLE PAGE

5. Synthetische Katalysatoren.
Synthetic cracking catalysts.

Frame Nos. 53 - 68

Synthetische Krackkontakte.

G. Entwicklung synthetischer Krackkontakte.

1. Erste synthetische Kontakte auf Basis $SiO_2 \cdot Al_2O_3$.
2. Kontakte auf anderer Basis als $SiO_2 \cdot Al_2O_3$.
3. Anfänge auf $SiO_2 \cdot MgO$ -Basis.
4. Ausbau der Herstellungsmethode.
 - a) Fällungsweise
 - b) Mechanische Formgebung
 - c) Thermische Behandlung
5. Zusätze zu Kontakten
6. Grundsätzlich neue Herstellungsverfahren

H. Prüfmethoden:

1. Prüfung kleiner Mengen (40 cm^3 Proben)
2. 400 cm^3 Kontakt-Prüfung

I. Daten der Kontaktprüfung:

1. Prüfung kleiner Mengen (40 cm^3 Proben)
2. 400 cm^3 Kontakt-Prüfung.

2. Entwicklung synthetischer Kontakte

1. Erste synthetische Kontakte auf Basis SiO_2 Al_2O_3

Entsprechend den Hauptbestandteilen der als natürliche Kriackkontakte verwendeten Aktiverden (Superfiltral, Terrana) waren die ersten synthetischen Kriackkontakte auf SiO_2 Al_2O_3 - Basis hergestellt worden. Es hatte sich gezeigt, dass die Aktivität des synthetischen Kontaktes stark von der Herstellungsweise abhängt und in bestimmter Weise bereitete synthetische Kontakte waren wesentlich aktiver als die natürlichen Erden. Demgegenüber war die Aktivität eines Kontaktes von Molverhältnis SiO_2 : Al_2O_3 weitgehend unabhängig, insbesondere waren gleich hochaktive Kontakte diesseits und jenseits der praktisch rechtlich wichtigen Grenze 4 : 1 (Moudry) erhalten worden.

2. Kontakte auf anderer Basis als SiO_2 Al_2O_3

Gleichzeitig mit der Entwicklung der synthetischen SiO_2 Al_2O_3 - Kontakte war versucht worden, Kontakte auf anderer Basis herzustellen. Tatsächlich erwies sich eine ganze Reihe von gemischten Oxyden als spaltaktiv, von denen einige besonders aktive genannt seien:

SiO_2	Li_2O	B_2O_3	MgO	Al_2O_3	MgO
	MgO		Al_2O_3		TiO_2
	TiO_2		SiO_2		
	ZrO_2		ZrO_2		
	ThO_2		PbO_2		
	CoO_2				

Die Beispiele zeigen, dass sowohl SiO_2 als auch Al_2O_3 auch andere Oxyde ersetzbar sind. Al_2O_3 wird durch erdige Oxyde

wie SiO_2 TiO_2 ZrO_2 ThO_2 CeO_2 BeO MgO also vorwiegend Oxyde von mehr oder weniger basischem Charakter ersetzt, während SiO_2 durch B_2O_3 und Al_2O_3 ersetzbar ist.

Da die Mehrzahl der genannten Oxyde keine besonderen Vorteile aufwiesen, die ihren erhöhten Preis gerechtfertigt hätten, kam als Ersatz für SiO_2 bzw. Al_2O_3 nur eine engere Gruppe in Betracht, etwa MgO B_2O_3 und TiO_2 .

3. Anfänge auf SiO_2 MgO - Basis.

In der Fortsetzung dieser Versuche wurde die Kombination SiO_2 MgO vorzugsweise verfolgt, da sie recht gute Aktivität zeigte und gegenüber SiO_2 Al_2O_3 folgende Vorteile versprach:

- a) Die ^{Maak-}Kontakt-Reaktion verlief mit weniger C_3 und C_4 -Bildung bezogen auf die Benzolmenge; dieser Effekt war bei mehr wasserstoffreichen Ölen besonders ausgeprägt.
- b) Das Ausgangsmaterial war billiger (Mg statt Al).
- c) Patentrechtliche Schwierigkeiten werden sicherer vermieden.

Dem stand als Nachteil gegenüber, dass die SiO_2 MgO - Kontakte in der Spaltaktivität unterlegen waren und schon nach einer Regeneration oft erheblich abgeklungen waren. Grundsätzlich aber erschien eine Verfolgung der SiO_2 MgO - Basis aussichtsreich, was sich mit der weiteren Ausarbeitung der Herstellungsmethode bestätigte, da gegenwärtig der beste Kontakt auf SiO_2 MgO Basis dem besten Kontakt auf SiO_2 Al_2O_3 Basis auch in der Spaltaktivität (C_3 + C_4 + Benzin) gleichwertig ist, aber dabei die oben erwähnten Vorteile aufweist.

4. Ausbau der Herstellungsmethode.

Die weitere Entwicklung der Herstellungsmethode, die für beide Kontaktarten (SiO_2 MgO und SiO_2 Al_2O_3) erhebliche Verbesserungen brachte, geschah in der Fällungsweise, in der mechanischen Formgebung und in der thermischen Behandlung des Kontaktes. Die Entwicklung wurde vornehmlich auf der SiO_2 MgO Basis durchgeführt, die Übertragung auf die SiO_2 Al_2O_3 Basis geschah im Anschluss daran.

a) Fällungsweise:

In der Fällungsweise wurde eine Standardmethode festgelegt, die auf SiO_2 MgO Basis ausnahmslos innerhalb der Fertigungsgenauigkeit reproduzierbare Kontakte lieferte. Die Aktivität der erhaltenen Kontakte war auch durch gewisse Änderungen der Herstellungsweise wenig veränderlich, weshalb auch nicht gesagt sein soll, dass mit der jetzigen Herstellungsweise bereits das Optimum getroffen ist.

Standard Fällungsweise:

Verdünte Wasserglaslösung, 5 %-ig an SiO_2 , wird mit soviel konz. Salzsäure rasch vermischt, dass eine 0,2 - 0,3 normal saure Lösung entsteht, die die Kieselsäure kolloid enthält. Danach wird soviel Magnesiumchloridlösung dazu gemischt, dass auf 1 Teil SiO_2 1 Teil MgO (nach Gewicht) entfällt. Die Mischung bleibt bei Zimmertemperatur 2 Tage stehen, wobei sie zu einer Gallerte erstarrt. Zur Bildung des komplexen Hydrogels wird die brüchige Gallerte verrührt und mit Ammoniak (1,4 Mol. NH_3 pro 1 Mol. MgO)

x) Über SiO_2 Al_2O_3 Basis liegen zu wenig Erfahrungen vor, um über Reduzierbarkeit etwas aussagen zu können.

versetzt, wobei die vorher klare Masse ein opakes Aussehen bekommt. Das komplexe Hydrogel wird sofort zum Sieden erhitzt, 2 Stunden gekocht, dann auf Nutsche abgeseugt und mit Wasser gründlich gewaschen. Die Waschung geht ohne Schwierigkeit¹⁾, da trotz des gelartigen Charakters der Fällung die Durchlaufgeschwindigkeit sehr hoch ist²⁾. Das gewaschene Gel wird bei allmählich auf 200° ansteigender Temperatur in ca. 1½ Stunden getrocknet. Es schrumpft dabei auf $\frac{1}{10}$ seines Volumens zusammen und bildet glatte Stücke.

b) Mechanische Formgebung

Der SiO₂ Al₂O₃ Kontakt nach der älteren Fällungsweise war nach dem Trocknen in Stücke von schaumig-lockerem Gefüge erhalten worden und wurde anfangs noch bloßer Körnung als Kontakt verwendet. Als SiO₂ MgO Kontakt in analoger Weise hergestellt wurde, fiel dieser in dichten, glasartigen Stücken an, welche ebenfalls, bloß auf 2-4 mm zerkleinert, direkt verwendet wurden. Diese Kontaktform war die wesentlichste Ursache für die anfänglichen Nachteile des SiO₂ MgO -Kontaktes, nämlich mäßige Aktivität und erschwerter Regenerierbarkeit. Ausgehend von der Ansicht, dass durch die dichte Struktur die Diffusion ins Innere des Kontaktkorns zu sehr verlangsamt wird, wurde der Kontakt gemahlen und zu Pillen gepresst³⁾. Der Effekt war sehr stark, da die Aktivität

- 1) Die hohe Waschgeschwindigkeit setzt das obengenannte 2-tägige Stehen der Mischung vor der Ammoniakzugabe voraus und wurde bisher nur bei SiO₂ MgO-Basis erhalten.
- 2) Bei 2 cm Schichthöhe und einem Unterdruck von 400 mm Hg 4 ltr. pro Std. und 150 cm² Filterfläche.
- 3) Das Pillen ging nach Zusatz von 1% Graphit befriedigend.

um 20 % stieg und die Regeneration nun genau so gut ging wie beim $\text{SiO}_2 \text{ Al}_2\text{O}_3$ -Kontakt. Die Übertragung der Pillung auf den $\text{SiO}_2 \text{ Al}_2\text{O}_3$ -Kontakt brachte auch dort eine Steigerung der Aktivität, die gleichzeitige Erhöhung des Schüttgewichts von 0,4 auf 0,6 zeigt, dass diese Erhöhung auf die höhere Konzentration an aktiver Masse zurückzuführen ist, während beim $\text{SiO}_2 \text{ MgO}$ -Kontakt das Schüttgewicht infolge der überwiegenden Auflockerung eine Kleinigkeit (von 0,7 auf 0,65) abnimmt.

1. o) Thermische Behandlung:

Ein zur Prüfung der thermischen Beständigkeit auf 750° erhitzter $\text{SiO}_2 \text{ MgO}$ - Kontakt war in den Kleinstversuchen wesentlich aktiver als alle bisher geprüften Kontakte. Versuche über die thermische Vorbehandlung führten zu folgenden Erfahrungen: Erhitzung des Kontaktes auf $700 - 800^\circ$ steigert seine (auf das Kontakt-Volumen bezogene) Aktivität; die Aktivitätssteigerung kann als Erhöhung der Konzentration an aktiver Masse aufgefasst werden, da der Kontakt beim Erhitzen um ca. 20% schrumpft. Ferner ist es wichtig, dass der Temperaturbereich von $200 - 460^\circ$ beim erstmaligen Erhitzen langsam durchlaufen wird. Letzteres machte sich bei den Kleinstprüfungen bemerkbar, da bisher die bei 200° getrockneten Kontakte ohne weiteres in den mit 460° gehaltenen Ofen gesteckt worden waren, sodass sie zu rasch erhitzt wurden, im Gegensatz zu den 400 cm^3 Kontaktproben, die zusammen mit dem Ofen also langsam aufgeheizt worden waren.

Folgender Erhitzungsweg hat sich gut bewährt und wurde daher am häufigsten verwendet:

Der gepillte, bei 200° getrocknete Kontakt wird in 6 Std. von 200 auf 460° erhitzt und bleibt ca. 15 Stunden (über Nacht) auf dieser Temperatur; dann wird er in 4 Std. auf 750° erhitzt, wo er weitere 4 Std. gehalten wird. Es gibt jedoch auch abgeändert Erhitzungswege, die zum selben Ergebnis führen, z.B. kann das Erhitzen von 460° auf 750° auch rasch geschehen oder die Verweilzeit bei 750° kann länger sein, z.B. 24 Std.; dagegen darf die Temperatur von 800° nicht überschritten werden, denn bei 850° wird die Aktivität schon völlig zerstört^{x)}.

Der vorerhitzte Kontakt ist im Gegensatz zum nicht vorerhitzten Kontakt im Gebrauch volusenbeständig.

Die Übertragung der Hitzebehandlung auf den $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -Kontakt brachte dort keine Steigerung der Aktivität. Sind $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -Kontakt, der ^{inwendig} ~~später~~ in völlig analoger Weise wie der beste $\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO}$ -Kontakt hergestellt und vorerhitzt worden war, zeigte dieselbe Gesamtsplattung ($\text{C}_3 + \text{C}_4 + \text{Benzin}$) wie dieser, bildete aber mehr C_3 und C_4 .

5. Zusätze zu Kontakten:

Ebenso wie die Suche nach Kontakten auf anderer Basis als $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ und MgO keine Elemente erwiesen hatte, die wesentlich ^{mark} spaltaktiver waren als diese, war auch die Suche ^{mark} spaltungserhöhenden Zusätzen ohne Ergebnis. Wohl aber fanden sich Zusätze, die zur Lenkung der Spaltung, insbesondere zur Unterdrückung der bei wasserstoffreichen Ölen unerwünscht hohen C_3 und C_4 Bildung geeignet erscheinen. Bei der Prüfung der verschiedensten Crackkontakte

x) Das Röntgenbild zeigt, dass eine Gitterumwandlung eingetreten ist.

hatte sich als allgemeine Gesetzmäßigkeit gezeigt, dass ein weniger aktiver Kontakt auch einen verminderten Anteil an Leicht siedenden (C_3 , C_4 und C_5) bildet. Es war aber von Interesse, die Bildung von Leicht siedenden möglichst ohne Verlust an Benzinbildung zu unterdrücken. Dass dies möglich ist, zeigt der Vergleich von $SiO_2 \cdot Al_2O_3$ und $SiO_2 \cdot MgO$ Kontakt, und es konnte eine Verstäärkung dieses Effekts durch Zusätze erwartet werden.

In ersten Versuchen zeigten sich ZnO und TiO_2 in dieser Richtung wirksam, wobei allerdings die Verminderung der Benzinbildung unerwünscht groß war. Besser geeignet erschien ein Zusatz von $NaOH$, wobei durch geringe Zusätze (um $0,5 \text{ H}_2O$) fast nur die Niedrigsiedenden unterdrückt werden und erst bei höheren Zusätzen auch die Benzinbildung zurückgeht.

Ziemlich ohne Einfluß auf die Spaltung ist ein Zusatz von Ca , sodass dieser Zusatz zu anderen Zwecken, z.B. zur Erhöhung der Pillenfestigkeit angewandt werden kann.

6. Grundsätzlich neue Herstellungsweisen.

Alle bisherigen Herstellungsweisen synthetischer aktiver Krackkatalysatoren hatten als eine Ausgangskomponente kolloidale Kieselsäure in saurem oder zumindest neutralem Medium (Sol oder Gel), die am einfachsten durch Ansäuern von Natriumsilikatlösung bereit wird.

Eine grundsätzlich andere Herstellungsmethode, die bis jetzt zwar nur weniger aktive aber billigere Kontakte lieferte, besteht darin, gefälltes Kalziumsilikat mit einem geeigneten Metallsalz (Al-Salz oder Mg-Salz) umzusetzen. Das Kalziumsilikat wird z.B. durch Ausfällen von Wasserglas mit Kalziumchlorid hergestellt.

Die Umsetzung des Kaliumsilikats mit Magnesiumchlorid vollzieht sich schon bei 3 - stündigem Kracken. Der erhaltene Kontakt kommt an Aktivität dem Superfiltrat gleich.

B. Prüfmethoden.

1. Erste Prüfung (40 cm³-Proben)

Die erste Prüfung eines Kontaktes wurde mit 40 cm³ - Proben durchgeführt. Sie gab relative, vergleichbare Auskunft über Spaltaktivität und Verteilung der Spaltung. Die Koks - bildung wurde nicht und die Gasbildung nur in groben Zügen beobachtet.

Apparatur:

Ein auf 450° gehaltener Al - Block-Ofen war zur Aufnahme von 10 Kontaktrohren eingerichtet. Der Kontakt befand sich in senkrecht angeordneten Glasrohren von 13 mm Weite und hatte eine Höhe von ca. 300 mm. Über dem Kontakt befand sich eine 50 mm lange V2A Drahtnetzrolle, die als Verdampfer und Erhitzer des Öls wirkte. Während einer Fahrperiode von 1/2 Std. wurden 50 cm³ Testöl zutropfen lassen. Der Anfall wurde getrennt als Kondensat bei Zimmertemperatur (Ölanfall), als Tiefkühlkondensat bei -80° und als Restgas aufgefangen. Der Ölanfall wurde in einfachen Kolben - 195° destilliert. Angegeben wird die Menge Benzin -195° und die Menge Tiefkühlkondensat, beides in Vol.% bezogen auf das eingegangene Öl.

2. 400 cm³ Kontakt-Prüfung.

Die besseren Kontakte wurden in 400 cm³ Proben geprüft, um auch absolute Daten zu erhalten.

Apparatur:

Der Kontakt befand sich in einem senkrechten Rohr von 40 mm Weite. Zur Temperaturmessung waren drei Meßstellen im Kontakt und eine Meßstelle am Ofenmantel eingebaut.

Das Öl wurde aus einer Meßvorrichtung mit Stickstoff (200 mm Hg Überdruck) durch ein Regulier-Ventil eingedrückt, verdampfte in einer 1,5 m langen 4 mm weiten Schlange, die außen auf ca. 480° beheizt wurde und trat dann in den Ofen, wo es zur Vervollständigung der Aufheizung erst eine Schicht von 200 cm³ Binstein passierte und dann auf den Kontakt traf.

Austrittseitig war zunächst ein Kühler angeordnet, nach welchem ein 20° Kondensat aufgefangen wurde, anschließend kamen zwei hintereinander geschaltete Tiefkühlgefäße (-80°), das Restgas wurde über Wasser aufgefangen.

Das 20° Kondensat wurde in einer Kolonne zerlegt in Bensin - 195° und Mittelöl. Das Tiefkühlkondensat wurde durch Absiedlassen bis 0° roh zerlegt in Gasbensin und Flüssiggas, das Restgas wurde analysiert.

3 Daten der Kontaktprüfung.

1. Erste Prüfung: 40 cm³ Kontakt)

Folgende Beispiele zeigen die Entwicklung der Kontakte:

<u>Kontakt:</u>	<u>Vol. % Benzin</u>	<u>Vol. % Tiefkühlkondensat</u>
Superfiltrol	27	9
SiO ₂ Al ₂ O ₃	33	25
SiO ₂ MgO nicht vorerhitet	37	16
SiO ₂ MgO vorerhitet	44	15
SiO ₂ MgO aus Ca-Silikat	29	8
SiO ₂ MgO ohne Zusatz	19,5	24
" + 0,6 % Na ₂ O	21,5	15
" + 1,2 % Na ₂ O	17	5,5
" + 2,4 % Na ₂ O	16,5	2,5

wasserstoffreich

2. 400 ccm Kontakt-Prüfung:

Es wurden folgende Kontakte geprüft:

	Zusammensetzung	Art
Kontakt 1	SiO ₂ + MgO	nach älterer Art vorerhitst
" 2	SiO ₂ + MgO	nicht vorerhitst
" 3	SiO ₂ + MgO	nach der gegenwärtigen Art hergestellt und erhitst
" 4	SiO ₂ + Al ₂ O ₃	nach älterer Art hergestellt, nicht erhitst.

Die Kontakte gaben im Mittel folgende Ausbeuten aus Elwerather Gasöl (202-350°C):

Dauer: 1 Stunde; Temperatur: 460°C; Kontaktvolumen: 400 ccm.
(ausführlichere Daten in den anhängenden Tabellen)

Kontakt	1	2	3	4
Lauf	9 - 28	11 - 33	1 - 4	5 - 6
Durchsatz kg/Ltr. und Std.	1,1-1,2	1,1-1,2 ¹⁾	1,1	1,1
Ausbeute:				
Benzin Gew.-%	35,0	38,5	40,0	43,6
Gasbenzin "			3,6	
Flüssiggas "	3,1	3,7	4,4	6,1
O ₂ u. Cg-KW "	0,95	1,2	7,5	0,8
Koks+Verl. 2) "	4,7	6,0		8,4
Mittelöl "	56,2	50,6	44,5	50,7

1) bezieht sich auf geschumpften Kontakt, der nach Lauf 10 wieder auf 400 ccm aufgefüllt worden war.

2) die in der relativ kleinen Apparatur verlorengehende Menge Öl wird auf 3-4% geschätzt. Durch andere Anordnung wurde neuerdings der durchschnittliche Verlust um 2% vermindert.

Der Vergleich der Kontakte 1-3 gegen Kontakt 4 zeigt die geringere Flüssiggas-Bildung der $\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO}$ -Kontakte.

Die Kontakte 1 und 2 zeigen diejenige Aktivität, die bisher als Norm für den $\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO}$ -Kontakt angesehen wurde. Über die Vorerhitzung besteht hier ein scheinbarer Widerspruch zu den Befunden der Kleinstversuche, der durch Beachtung der Erhitzungsgeschwindigkeit aufgeklärt wurde. Danach ist Kontakt 2 deshalb aktiver als der vorerhitzte Kontakt 1, weil er im Temperaturbereich 200° bis 460°C langsam erhitzt worden war. Ausserdem ist Kontakt 2 konzentrierter, da er nach starkem Schrumpfen bei Lauf 1-10 vor Lauf 11 wieder auf 400 cm^3 aufgefüllt worden war.

Kontakt 3 ist ein nach der in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Weise hergestellter Kontakt. Dieser Kontakt hat eine noch etwas höhere Aktivität und ist im Gebrauch volumbeständig.

Der zum Vergleich gefahrene Kontakt 4 auf $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -Basis hat nicht das auf dieser Basis erreichbare Maximum an Aktivität, denn nach Kleinstversuchen ist ein analog zur obenbeschriebenen Methode hergestellter $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -Kontakt in der Gesamtpaltung ($\text{O}_3 + \text{O}_4$ -Densin) ebenso aktiv wie Kontakt 3, bildet aber bedeutend mehr O_3 und O_4 - Kohlenwasserstoffe.

Bezüglich der Beständigkeit der Kontakte geben die Einzeldaten (Tabelle) folgendes Bild:

Kontakt 1 ist im Ganzen gesehen beständig, zeigt aber etwas schwankende Leistungen. Die Schwankungen rühren wahrscheinlich daher, dass der Kontakt zuweilen nicht vollkommen regeneriert worden war, indem hier Versuche zur kurzzeitigen Regeneration gemacht worden waren. Vielleicht ist auch die gegen Kontakt 2 deutlich geringere Koks-Bildung auf nicht ganz vollständige Regeneration zurückzuführen.

Kontakt 2 blieb in mehr als 20 Stunden konstant.

Über Kontakt 3 liegen zwar nur 4 Läufe vor, die aber nicht das geringste Anzeichen von Abklingen erkennen lassen.

gez. Schneider

Einzeldaten über 400 oom Kontaktpfprüfung.

Daten des Präköls (Elwerather Gangl):

spez. Gewicht : 0,853

Anilinpunkt : 60,5°

Jodzahl : 3,5

Siedekurve:

Siedebeginn : 202°

% -250° : 35,0%

-300° : 73,0%

-350° : 94,5%

Kontakt 1: SiO₂-NaO nach Mitterer Art vorerhitzt.

Lauf	9-11	12-14	15, 16	17-19	20-23	24-26	27, 28
Durchsatz kg/Ltr. und Stunde	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
<u>Ausbeuten:</u>							
Bensin + Gasbensin Gew. %	35,3	33,3	39,1	36,9	35,3	32,2	33,1
Flüssiggas "	3,3	3,4	3,0	3,4	3,4	2,6	2,7
O ₁ +O ₂ -KW "	0,90	0,95	1,2	1,0	1,0	0,90	0,90
Koks-Verlust "	4,4	5,1	5,45	4,95	4,8	4,05	4,5
Mittelbl "	56,1	57,3	51,3	53,8	55,3	60,3	58,7

Kontakt 2: SiO₂-NaO nicht vorerhitzt.

Temperatur: 450°C; Kontaktvolumen: 400 ccm¹⁾; Dauer: 1 Std.

Lauf	11-14	16-21	22-23	24-25	26-27	32-33
Durchsatz kg/Ltr. und Stunde	1,1	1,1	zu tiefe Temp. 1,2	1,2	1,2	1,1
<u>Ausbeuten:</u>						
Bensin + Gasbensin Gew. %	38,1	38,2	31,6	39,0	37,9	39,2
Flüssiggas "	5,35	4,0	3,9	3,6	3,5	3,0
O ₁ + O ₂ - KW "	1,45	1,45	1,3	1,1	1,3	1,1
Koks-Verlust "	9,0	7,7	7,3	5,5	5,2	6,2
Mittelbl "	46,1	48,6	55,8	49,9	52,1	49,7

1) Der Kontakt, der in Lauf 1-10 beträchtlich geschrumpft war, war vor Lauf 11 mit frischem Kontakt auf 400 ccm aufgefüllt worden.

Kontakt 3: SiO₂-ErO nach der gegenwärtigen Art hergestellt und erhitst.

Kontakt 4: SiO₂-Al₂O₃ nach der älteren Herstellungsweise.

Lauf	Kontakt 3				Kontakt 4	
	1	2	3	4	3, 4	5, 6
Durchsatz	1,1	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
<u>Ausbeuten:</u>						
Benzin Gew.-%	40,2	40,6	39,0	40,5	28,7	27,3
Gasbenzin Gew.-%	3,2	3,0	5,2	3,0	6,3	5,8
Flüssiggas Gew.-%	4,1	3,6	5,2	4,55	6,1	6,0
C1 + C2 - KW "					0,8	0,9
Koks + Verlust "	8,4	7,6	6,8	6,7	9,2	7,7
Mittelöl "	44,3	45,2	43,8	45,3	48,9	52,3

Prof. Dr. P. H. ...