

20. Juni 1941.

6044  
~~000595~~

Sekretariat III	
Eingang:	30.6.1941
Lfd. Nr.:	558
Beantw.:	

Herren Professor Martin  
Dr. Hagemann  
Direktor Alberts  
Dr. Kolling

**Betrifft: Katalytische Spaltung von Kohlenwasserstoffen.**

**1.) Aufgabestellung.**

Der vorliegende Bericht ist eine Fortsetzung des Berichtes vom 31.5.40. Als Aufgabestellung gilt auch hier, die Wirksamkeit und die Wirkungsweise von verschiedenen Katalysatoren für die katalytische Spaltung von Kohlenwasserstoffen zu prüfen. Es ist auch weiterhin das Hauptaugenmerk auf die Gewinnung von möglichst viel ungesättigten  $C_3$ -,  $C_4$ - und vorwiegend verzweigten  $C_5$ -Kohlenwasserstoffen gerichtet.

**2.) Apparatur.**

Die zur Ausführung der Versuche verwendete Apparatur ist in dem bereits erwähnten Bericht vom 31.5.40 ausführlich beschrieben.

**3.) Ausgangsmaterial.**

Als Ausgangsmaterial für die Spaltung wurde, wie in den früher beschriebenen Versuchen, Gasan ( $C_{18}H_{34}$ ) verwendet.

**4.) Endprodukt und dessen Untersuchung.**

Das Endprodukt fiel in der gleichen Weise wie bei den früheren Versuchen an. Die analytische Aufarbeitung wurde ebenfalls nach der dort beschriebenen Weise durchgeführt.

5.) Anwertung der Versuchsergebnisse.

Die durch Analyse qualitativ und quantitativ erfassten Spaltprodukte wurden auf Einsatz Cetan bzw. auf Gesamtanbringen bezogen berechnet. Bei dieser Berechnung tritt zwischen der Bilanz auf Einsatz bezogen und der Bilanz auf Ausbringen bezogen eine Differenz von 2 - 5 % auf, die als unangewiesener Verlust angegeben sind. Es wurde zunächst angenommen, daß diese Verluste nur auf Undichtigkeiten in der Apparatur oder auf Ungenauigkeiten bei der Ölsufuhr zurückzuführen sind. Bei der Regenerierung wurde festgestellt, daß der Verbrauch an Sauerstoff in der Luft größer ist, als dem Äquivalent an gebildeten  $\text{CO}_2 + \text{CO}$  entspricht. Es wird also Sauerstoff für eine andere Oxydationsreaktion als für die Verbrennung von C zu  $\text{CO}_2$  bzw. zu CO verbraucht. Da bei der Regenerierung in Abgas Aldehyde und Säuren qualitativ nachgewiesen wurden, nahmen wir an, daß sich am Katalysator während der Reaktion außer Kohlenstoff noch irgendwelche hochpolymerisierte Kohlenwasserstoffe festsetzen, die nicht vollständig verbrennen, sondern nur bis zu sauerstoffhaltigen Verbindungen oxydiert werden. Wie aus einem Bericht von Dr. Rottig über die "Untersuchungen von Wasserproben aus der Reaktions- bzw. Regenerierphase des katalytischen Spaltprozesses" vom 6.3.41 hervorgeht, ist aber nur ein geringer Teil des aus der Regenerierluft fehlenden Sauerstoffes in Form von Säuren, Aldehyden und Ketenen nachweisbar. Es kann also nur ein kleiner Teil der unangewiesenen Verluste als reell angesehen werden. Restlich des fehlenden Sauerstoffes nehmen wir an, daß dieser zur Oxydation des während der Reaktion reduzierten Eisens im Kontakt bzw. an den Wänden der Reaktionskammer verbraucht wurde. Es erscheint daher auch weiterhin wichtiger, die Umwandlung auf das Ausbringen zu beziehen.

Die einzelnen Spaltprodukte werden dann noch in Gewichtsprozenten, bezogen auf die Umwandlung (= 100), angegeben, aus welchen sich weiterhin die Verhältniszahlen (Olefine im Gasol, Butylen in den  $\text{C}_4$ -Kohlenwasserstoffen,

Propylen in den  $C_3$ -Kohlenwasserstoffen oder  $C_4$ -Kohlenwasserstoffe in (Gasol u.dgl.m.) ergeben.

#### 6.) Durchführung der Versuche.

Alle Versuche wurden in der gleichen Weise, wie in Bericht vom 31.5.40 angegeben, durchgeführt. Wir unterscheiden also grundsätzlich zwischen zwei vergleichbaren Versuchsreihen:

##### a) Versuche ohne Zusatz von $H_2O$ -Dampf.

Der Einsatz beträgt 50 ccm <sup>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></sup> Stunde bezogen auf 100 ccm Kontaktschüttung. Dies entspricht bei  $500^{\circ}C$  einer wirklichen Verweilzeit von ca. 17 sec., wenn man in der Katalysatorschüttung 50 % Porenraum rechnet.

##### b) Versuche mit Zusatz von $H_2O$ -Dampf.

Der Einsatz beträgt 25 ccm Cetan und 12,5 ccm  $H_2O$ /Std. bezogen auf 100 ccm Kontakt. Dies entspricht bei  $500^{\circ}C$  einer wirklichen Verweilzeit von ca. 4 sec., wenn man wieder mit 50 % Porenraum rechnet.

Die Menge des Katalysators war bei allen Versuchen 100 ccm.

Die Reaktionstemperatur war bei allen Versuchen gleichbleibend  $500^{\circ}C$ .

Die Reaktionsdauer war bei den Versuchen a) 1 Stunde, bei den Versuchen b) 3 - 4 Stunden. Die Regenerierdauer betrug durchschnittlich 20 - 30 Minuten und war beendet, wenn der  $CO_2$ -Gehalt der Regenerierluft in einer 5-Min.-Probe unter 0,5 % fiel. Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft bei  $500^{\circ}$  betrug 13 - 14 ccm/sec.

Die aus dem Kontaktraum austretenden Spaltgase wurden abgekühlt und das Kondensat sowie die gasförmigen Spaltprodukte der Analyse zugeführt.

#### 7.) Die Katalysatoren.

Als Katalysatoren wurden verwendet:

- a) Künstliche Aluminiumhydrosilikate, hergestellt durch Fällung von Wasserglas mit Aluminiumsalzen, evtl. unter Zusatz von anderen Metallsalzen,

- b) natürliche Aluminiumhydroasilikate (mit Säure aktivierte Bleicherden) evtl. mit verschiedenen Zusätzen aktiviert.

Die Herstellung der künstlichen Al-Hydroasilikate ist im Bericht vom 16.4.41 genauer beschrieben. In der folgenden Tabelle 1 sind nur die Katalysatoren, die bei den hier beschriebenen Versuchen Verwendung fanden, angegeben und gleichzeitig ihre Zusammensetzung aufgeführt.

Tabelle 1

Bezeichnung	Herstellungswaise	Formel
S 16	Aluminiumsulfat mit Wasserglas und Ammoniak gefällt, und das getrocknete Silikat mit 2 % Mo als Ammonolybat imprägniert	$Al_2O_3 \cdot 4 SiO_2$ + 2 % Mo.
S 17	Wasserglas mit Aluminiumsulfat und Zinksulfat gefällt, mit Ammoniak neutralisiert	$Al_2O_3 \cdot 0,02 ZnO$ 3,2 $SiO_2$
S 18	Wasserglas mit Aluminiumnitrat u. Mg-Nitrat gefällt, mit Ammoniak neutralisiert	0,94 $Al_2O_3$ 0,06 $Al_2O_3$ 4,1 $SiO_2$
S 23	Wasserglas mit Al-nitrat und Mg-Nitrat gefällt, mit Ammoniak neutralisiert	0,71 $Al_2O_3$ 0,29 $MgO$ 5,6 $SiO_2$
S 25	Wasserglas mit Mg-nitrat u. Na-Aluminat gefällt und zur Aufschlammung MgO eingebracht.	$Al_2O_3 \cdot 4,3 MgO$ 8 $SiO_2$
S 26	= S 23 mit 2,5 % $Fe_2O_3$ als Nitrat imprägniert.	
S 27	= S 23 mit 4,8 % $Fe_2O_3$ als Nitrat imprägniert.	

Besei- chung	Herstellungsweise	Formel
S 28	Wasserglas mit Al-Nitrat und Eisen- nitrat gefüllt, mit Ammoniak abge- stumpft.	0,9 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 0,1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . ca. 4 SiO <sub>2</sub>
S 29	Wasserglas mit Al-Nitrat gefüllt, mit Ammoniak abgestumpft und CaO zugesetzt.	
S 30	K-Aluminat mit CaCl <sub>2</sub> gefüllt.	

Als natürliche Aluminiumhydroxysilikate wurden deutsche, mit Säure aktivierte Bleicherden (Granusil, Tonsil) mit und ohne Imprägnierung mit Borylphosphat und Cobaltnitrat verwendet. Im folgenden ist eine Zusammenstellung der Analysen von Granusil und Tonsil im Vergleich zu Superfiltrol gegeben:

	<u>Granusil</u>	<u>Tonsil</u>	<u>Superfiltrol</u>
SiO <sub>2</sub>	76,2 %	72,2 %	72,8 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,5 %	19,3 %	19,9 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,1 %	4,3 %	1,1 %
CaO	0,7 %	2,3 %	0,8 %
MgO	2,5 %	0,9 %	4,7 %

### 8.) Diskussion der Versuchsergebnisse.

Über die Verwendung von Superfiltrol sowie von Aluminiumhydroxysilikat, von verschiedener Zusammensetzung als Spaltkatalysator ist bereits berichtet worden. Auch dehydrierend wirkende Zusätze wie Chromoxyd und Bariumoxyd zu den künstlich hergestellten Aluminiumhydroxysilikaten wurden untersucht. Die Prüfung von weiteren dehydrierend wirkenden Zusätzen wurde fortgesetzt.

Zunächst wurde als dehydrierender Zusatz Zinkoxyd geprüft. In ein Aluminiumhydroxysilikat von der Formel

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3,2 \text{SiO}_2$  wurden durch Zugabe von Zinksulfat während der Fällung 2 Mol.-%  $\text{ZnO}$ , bezogen auf das  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , in das Aluminiumhydroxysilikat eingebaut. Die Versuche sind in Tabelle 2 bzw. Fig. 1 dargestellt. Die Umwandlung ist mit 58 % für die Versuche ohne  $\text{H}_2\text{O}$ -Zusatz bzw. mit 36 % für die Versuche mit  $\text{H}_2\text{O}$ -Zusatz etwas besser als unter Verwendung von Superfiltrol als Katalysator und ist ähnlich den Versuchen mit synthetischem Aluminiumhydroxyd mit  $\text{BaO}$ -Zusatz. Der Gasanfall liegt bei 60 % bzw. 70 % der Umwandlung, also um ca. 10 - 12 % höher als bei Verwendung von Superfiltrol. Die Bildung an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas liegt fast in der gleichen Höhe wie bei Superfiltrol. Die Menge des angefallenen Spaltbensins ist entsprechend um 10 - 12 % kleiner als bei Superfiltrol. Die hohe Jodzahl beim Spaltbenzin zeigt eine starke Olefinbildung an. Es zeigte sich, daß der Zusatz von  $\text{ZnO}$  die gleiche Wirkung ausübt wie  $\text{BaO}$ , daß also solche synthetische Katalysatoren dem Superfiltrol infolge der hohen Gasausbeute überlegen sind.

Als weiterer dehydrierender Zusatz wurde Magnesiumoxyd geprüft. Tabellen 4, 5, 6 bzw. Fig. 2 zeigen die Ergebnisse dieser Versuche. Es wurden 3 Katalysatoren mit verschiedenen Mengen  $\text{MgO}$ -Zusatz verwendet. Bei den Katalysatoren "S 18" und "S 23" handelt es sich um Aluminiumhydroxysilikate, bei welchen 6 Mol.-% und 20 Mol.-% Magnesiumoxyd, bezogen auf das Aluminiumoxyd, durch Fällung in das Aluminiumhydroxysilikat eingebaut wurden.

Die Versuche mit dem Katalysator "S 18" (Tab. 4) ohne Wasserversatz zeigen, was Umwandlung und Anfall an Gas, Benzin und C anbelangt, eine gewisse Ähnlichkeit mit den im vorigen Abschnitt beschriebenen Versuchen unter Verwendung von zinkoxydhaltigen Katalysatoren. Der Gehalt an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas scheint jedoch geringer zu sein. Ebenso ist die Jodzahl des Spaltbensins niedriger. Die Versuche mit Wasserversatz ergaben auch noch eine geringere Umsetzung.

Mit dem Katalysator "S 23" (vgl. Tab. 5) wurden nur Versuche ohne  $H_2O$ -Zusatz gemacht. Die Umwandlung ist mit 45 % etwas niedriger als beim Superfiltröl bzw. bei den synthetischen Katalysatoren. Die Gasausbeute und die Menge der ungesättigten Kohlenwasserstoffe im Gas ist jedoch in der gleichen Höhe wie bei den Katalysatoren mit Bariumoxyd- oder Zinkoxyd-Zusatz. Auch die Jodzahl im Benzol ist mit durchschnittlich 180 hoch und weist auf die dehydrierende Wirkung des  $MgO$ -Zusatzes hin.

Der Katalysator "S 25" (vgl. Tab. 6) weist eine noch größere Menge  $MgO$  auf. Außerdem ist der größere Teil dieses  $MgO$  nicht durch Fällung in das Aluminiumhydroxysilikat eingebaut, sondern es wurde in das gefällte Aluminiumhydroxysilikat gefälltes  $MgO$  nachträglich eingemischt. Hier zeigt sich ein wesentlicher Unterschied in der Wirkungsweise des Katalysators: die Umwandlung liegt unter 40 %, ist also gering. Der Anfall an Benzol, welches eine sehr hohe Jodzahl (210 - 250) aufweist, beträgt etwa 60 %, ist also auffallend hoch. Dementsprechend ist auch die Gasausbeute niedrig. Das Gas enthält 70 - 80 % ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Bemerkenswert ist die große Menge von 14 - 18 % an Methan, Äthan und Äthylen sowie der geringe Anfall an Isobutylen und Isobutan.

Das Gesamtbild dieser Spaltungsversuche weist große Ähnlichkeit mit dem Bild der thermischen Cracking auf. Nur die Umwandlung von etwa 40 % ist für die thermische Cracking bei  $500^{\circ}C$  hoch. Dieser Katalysator hat große Ähnlichkeit mit dem reinen Magnesiumsilikat (vgl. Bericht v. 31.5.40, Seite 13).

In den nächsten Versuchen, die in den Tabellen 7 und 8 bzw. Fig. 3 wiedergegeben sind, wurde die Wirkung von Eisenoxyd untersucht. Der im Vorhergehenden beschriebene Katalysator S 23 (Aluminiumhydroxysilikat mit  $MgO$ -Zusatz) wurde einmal mit  $2\frac{1}{2}$  %  $Fe_2O_3$  (S 26) und ein anderes mal mit ca. 5 %  $Fe_2O_3$  (S 27) imprägniert. Die Versuche sind in Tabelle 7 zusammengefaßt. Sie wurden ohne Wasserversatz

durchgeführt und sind mit den Versuchen in Tabelle 5 direkt vergleichbar. Die Umwandlung ist noch etwas geringer geworden und liegt mit ca. 43 % etwa 10 % unter der Umwandlung von Superfiltröl. Auch die Gasausbeute ist um eine Kleinigkeit zurückgegangen, liegt jedoch noch etwas höher als beim Superfiltröl. Dagegen ist die Bildung an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas um etwa 10 % gestiegen und liegt etwa 12 - 15 % höher als beim Superfiltröl. Ein weiteres Ansteigen der Jodzahl im Spaltbenzin weist auch auf die dehydrierende Wirkung des Eisenoxysusatzes hin. Der Anfall an Methan, Äthan und Äthylen scheint durch einfaches Imprägnieren mit Eisenoxyd nur in geringem Maße beeinflusst zu werden.

In der Tabelle 8 sind die Versuche mit einem anderen, eisenoxydhaltigen Katalysator (S 28) zusammengefaßt. Dieser Katalysator enthält etwa 10 Mol.-%  $Fe_2O_3$ , bezogen auf das Aluminiumoxyd. Außerdem ist dieses Eisenoxyd durch Zusatz von Eisennitrat während der Fällung in das Aluminiumhydro-silikat eingebaut. Dieser Katalysator zeigt ein gänzlich abweichendes Verhalten. Die Umwandlung ist sehr hoch. Sie beträgt bei den Versuchen ohne Wasserdampfsatz ca. 85 %, bei den Versuchen mit Wasserdampfsatz ca. 63 %. Wie bei allen synthetischen Katalysatoren ist der Gasanfall mit ca. 66 % wieder sehr hoch. Im Gas fällt ein erhöhter Anfall von 7 - 8 % an Methan, Äthan und Äthylen auf. Es ist jedoch keine Verminderung an iso-Kohlenwasserstoffen aufgetreten. Die dehydrierende Wirkung dieses Katalysators ist merkwürdigerweise gering. So fanden wir im Gas nur 45 % Olefine bei Versuchen ohne Wasserdampfsatz und 60 % Olefine bei Versuchen mit Wasserdampfsatz. Ebenso war auch die Jodzahl des Spaltbenzins nur etwa 76 in einen Fall und 130 im anderen Fall. Sehr klar tritt in dieser Versuchsreihe die dehydrierende Wirkung des Wasserdampfsatzes in Erscheinung.

Die Wirkung von CaO im Katalysator zeigen die Tabellen 9 und 10 bzw. Fig. 4. Zunächst wurde als Katalysator

(S 29) ein synthetisches Aluminiumhydrosilikat, dem gefälltes CaO nach der Fällung beigemischt wurde, geprüft (Tab.9). Die Aktivität des Katalysators ist niedrig (25 % ohne Wasserdampfsusatz bzw. 8 % mit Wasserdampfsusatz im Vergleich zu 55 % bzw. 33 % beim Superfiltrol oder noch höheren Umwandlungen bei synthetischen Katalysatoren). Das Verhältnis der angefallenen Reaktionsprodukte zueinander ist normal. Es wurden ca. 55 % Gas, ca. 42 % Bensen und ca. 3 % C gebildet. Im Gas fällt die erhöhte Menge an Methan, Äthan und Äthylen auf (zwischen 11 und 14 %). Die Bildung an iso-Kohlenwasserstoffen ist jedoch normal. Außerordentlich hoch sind mit 88 - 89 % bzw. 91 - 95 % die ungesättigten Kohlenwasserstoffe im Gas. Auch eine hohe Jodzahl im Bensen zeigt einen stark dehydrierenden Einfluß des CaO-Einsatzes an. - Die Tabelle 10 bringt Versuche mit Calciumaluminat als Katalysator (S 30). Die Umwandlung ist ähnlich niedrig wie beim vorher beschriebenen Katalysator. Auch die dehydrierende Wirkung ist sehr ähnlich dem Aluminiumhydrosilikat mit Calciumoxydsusatz. Die Bensenbildung ist auf Kosten der Gasentwicklung gefallen, die Menge an Methan, Äthan und Äthylen ist gestiegen und die Bildung von iso-Kohlenwasserstoffen ist fast völlig unterdrückt worden. Der Katalysator zeigt die Wirkungsweise der thermischen Spaltung.

Schließlich wurde noch Molybdän in Form einer Imprägnierung mit Ammonmolybdat zugesetzt (S 16), vgl. Tab.3, bzw. Fig. 1. In diesem Falle ist eine außerordentlich hohe Aufspaltung bemerkenswert. Die Abscheidung von Kohlenstoff ist jedoch so hoch, daß eine Anwendung eines solchen Zusatzes unmöglich erscheint.

In den weiteren Versuchen wurde natürliches Aluminiumhydrosilikat in Form von aktivierter Bleicherde geprüft. In Tabelle 11 bzw. Fig. 5 sind Versuche mit Granusil, einer mit Schwefelsäure aktivierten Bleicherde, zusammengestellt. Wir unterscheiden Versuche mit rohem Granusil, dann mit

Granusil ca. 120 Std. bei 500°C calciniert und mit Granusil ca. 120 Std. bei 700°C calciniert. Tabelle 12 bzw. Fig. 6 enthält Versuche, die mit Granusil, das mit Borylphosphat und Cobaltnitrat imprägniert ist, durchgeführt wurden. Dabei unterscheiden wir rohen Katalysator und solchen, der ca. 120 Std. bei 500°C calciniert worden war. Beide Versuchsreihen wurden mit und ohne Wasserdampfzusatz, wie aus den Tabellen und Figuren ersichtlich ist, ausgeführt. Wir vergleichen diese Versuche mit denen, die mit Superfiltrol, einer amerikanischen Bleicherde, gemacht wurden und im Bericht vom 31.5.40 in Tab. 3 bzw. Fig. 2 zusammengefasst sind. Die Umwandlung ist mit Granusil höher als mit Superfiltrol, mit imprägniertem Granusil ist sie ungefähr gleich hoch wie mit Superfiltrol. Das Calcinieren bei 500°C scheint in allen Fällen die Aktivität zu erniedrigen. Dagegen scheint das Calcinieren bei 700°C keine Änderung in der Aktivität hervorzurufen. Die Gasbildung ist mit Granusil vielleicht etwas höher als mit Superfiltrol, mit imprägniertem Granusil ist sie gleich hoch. Auffallend ist der Anfall an Methan, Äthan und Äthylen. Der ist im allgemeinen bei Granusilkatalysatoren etwas höher als bei Superfiltrol, er sinkt jedoch bei den bei 500°C calcinierten Katalysatoren bei allen Versuchen auf etwa 3 - 4 %. Die Kohlenstoffbildung ist bei den Granusilkatalysatoren auch etwas höher als beim Superfiltrol und besonders auffallend ist die Steigerung an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas. Nach diesen Versuchsergebnissen ist Granusil bzw. imprägniertes Granusil dem Superfiltrol überlegen.

Schließlich wurde noch Fonsil, eine mit Salzsäure aktivierte deutsche Bleicherde (vgl. Tabelle 13 bzw. Fig. 6) und Fonsil mit Borylphosphat und Cobaltnitrat imprägniert (vgl. Tabelle 14 bzw. Fig. 6) geprüft. Die Aktivität ist die gleiche wie beim Granusil. Der Gasanfall scheint etwas geringer zu sein als beim Granusil und Superfiltrol, dafür ist die Menge des Spalthensines höher. Die Bildung an Methan, Äthan und Äthylen ist im Durchschnitt höher als bei

den mit Schwefelsäure aktivierten Bleicherden. Die Bildung von Olefinen im Gasol ist höher als bei Anwendung von Granzsil oder Superfiltrol.

In den Figuren 7, 8 und 9 sind die Durchschnittswerte, nach Versuchsgruppen geordnet, zusammengestellt und mit Superfiltrol vergleichbar. Die Versuche mit und ohne Wasserdampfzusatz sind getrennt aufgeführt. Fig. 7 stellt die Umwandlung unter gleichen Versuchsbedingungen in Gewichtsprozenten vom Ausbringen dar. In Fig. 8 ist die Aufteilung der Spaltprodukte in Gas, Benzol (einschl.  $C_5$ ) und Kohlenstoff in Gewichtsprozent der Umwandlung zusammengefasst. Hierbei ist deutlich zu erkennen, dass die synthetischen Katalysatoren den natürlichen in Bezug auf Gasbildung überlegen sind. Die Tabelle 9 enthält die ungesättigten Kohlenwasserstoffe im Gas.

#### 9.) Zusammenfassung.

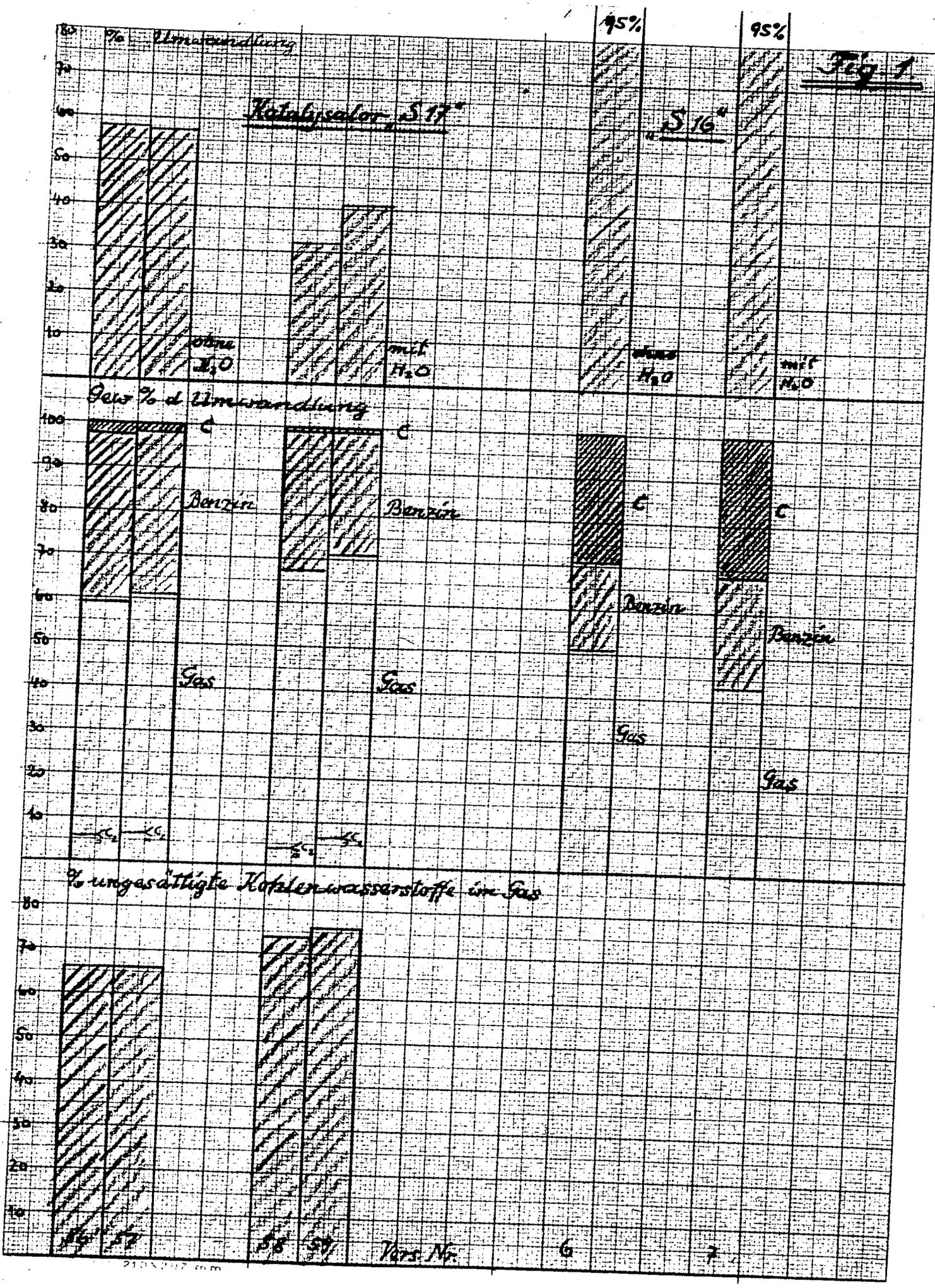
Der vorliegende Bericht enthält eine Zusammenstellung von weiteren Versuchen zur Prüfung von Katalysatoren für die katalytische Spaltung. Es werden natürliche und synthetische Aluminiumhydrosilikate miteinander vergleichen. Dabei wurde festgestellt, dass deutsche aktivierte Bleicherden mit und ohne Zusätze (Borylphosphat u. Cobaltnitrat) eine höhere Aktivität zeigen als die amerikanische aktivierte Bleicherde Superfiltrol. Auch die Menge an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas ist gleich groß oder in manchen Fällen größer als beim Superfiltrol. Bei den synthetischen Katalysatoren wurde bei guter Aktivität eine vermehrte Gasbildung festgestellt. Als dehydrierend wirkende Zusätze, um die Ausbeute an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas zu erhöhen, haben sich vor allem Chromoxyd und Bariumoxyd, über deren Wirkungsweise bereits berichtet wurde, bewährt. Zusätze von Zinkoxyd, Magnesiumoxyd und Calciumoxyd wirken in ähnlicher Weise, wenn auch etwas schwächer als die vorhergenannten Zusätze, aber nur, wenn sie durch Fällung in das Aluminiumhydrosilikat eingebaut sind. Auch eine Imprägnierung mit

Eisennitrat gibt eine Erhöhung der Ausbeute an ungesättigten Kohlenwasserstoffen im Gas.

*Walter Schürmann*



Fig. 1



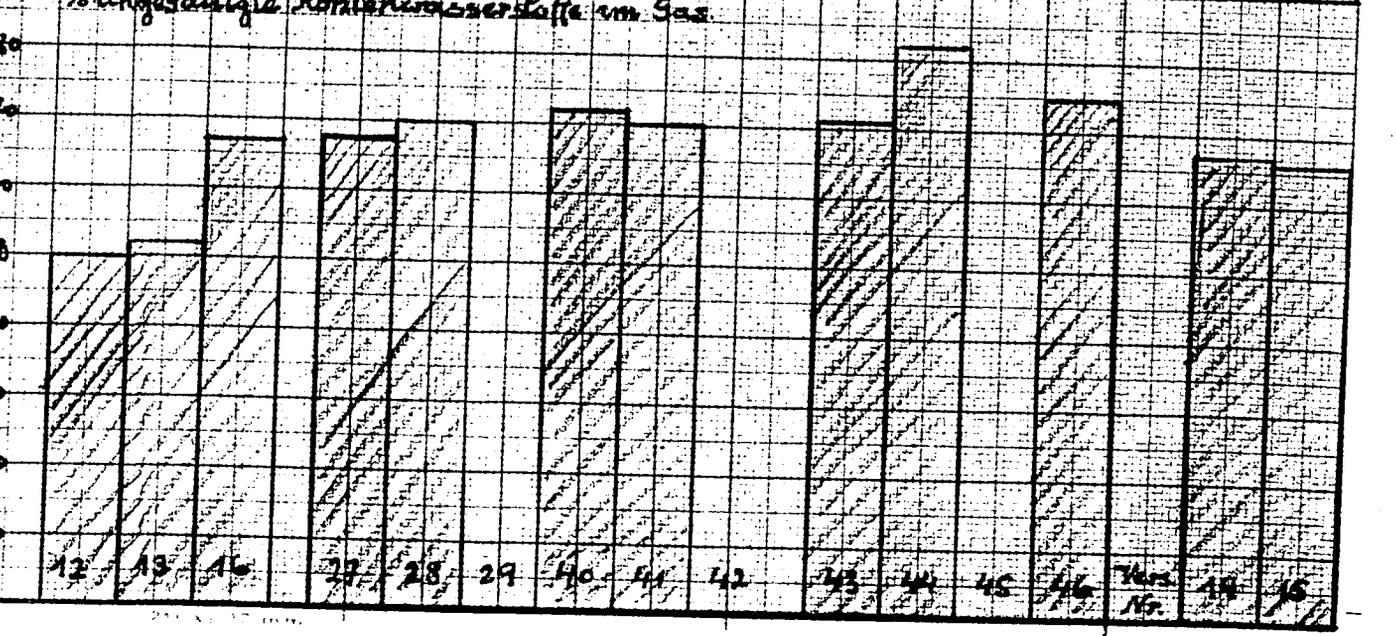
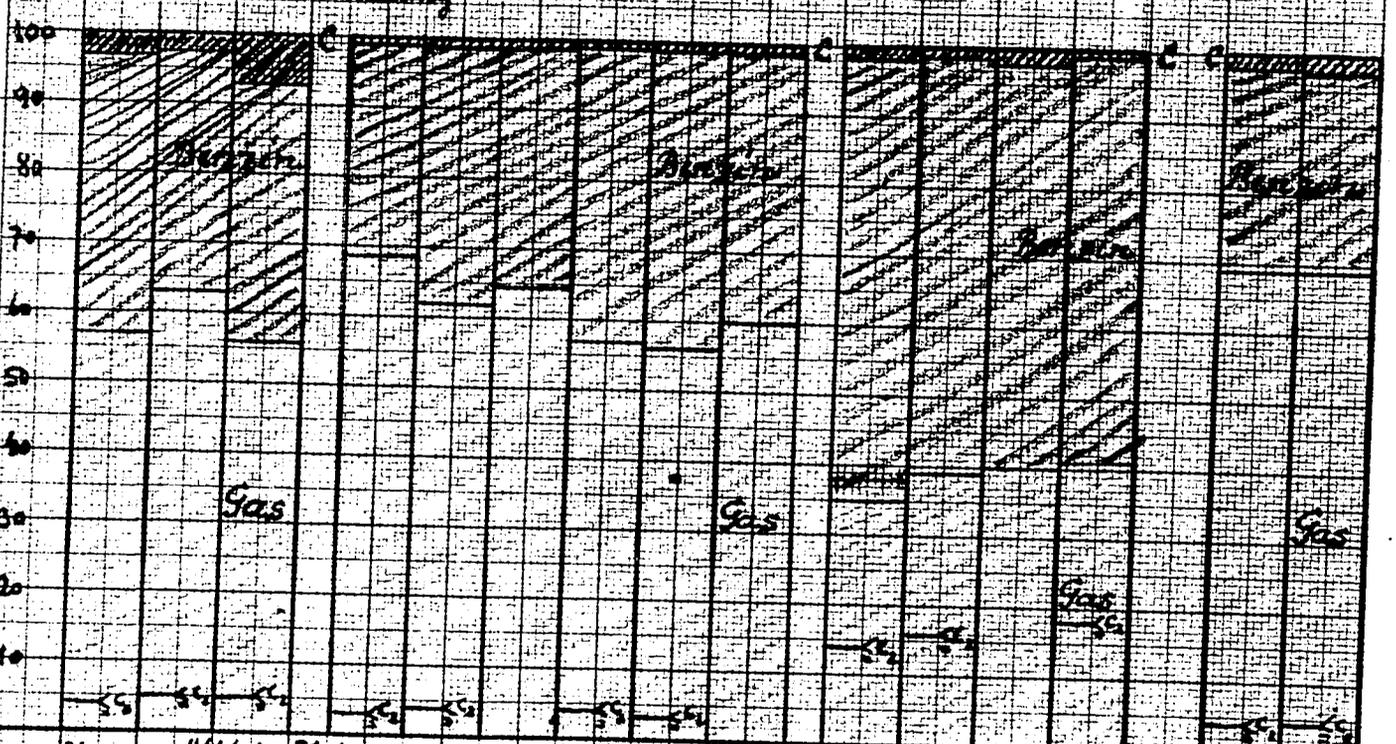
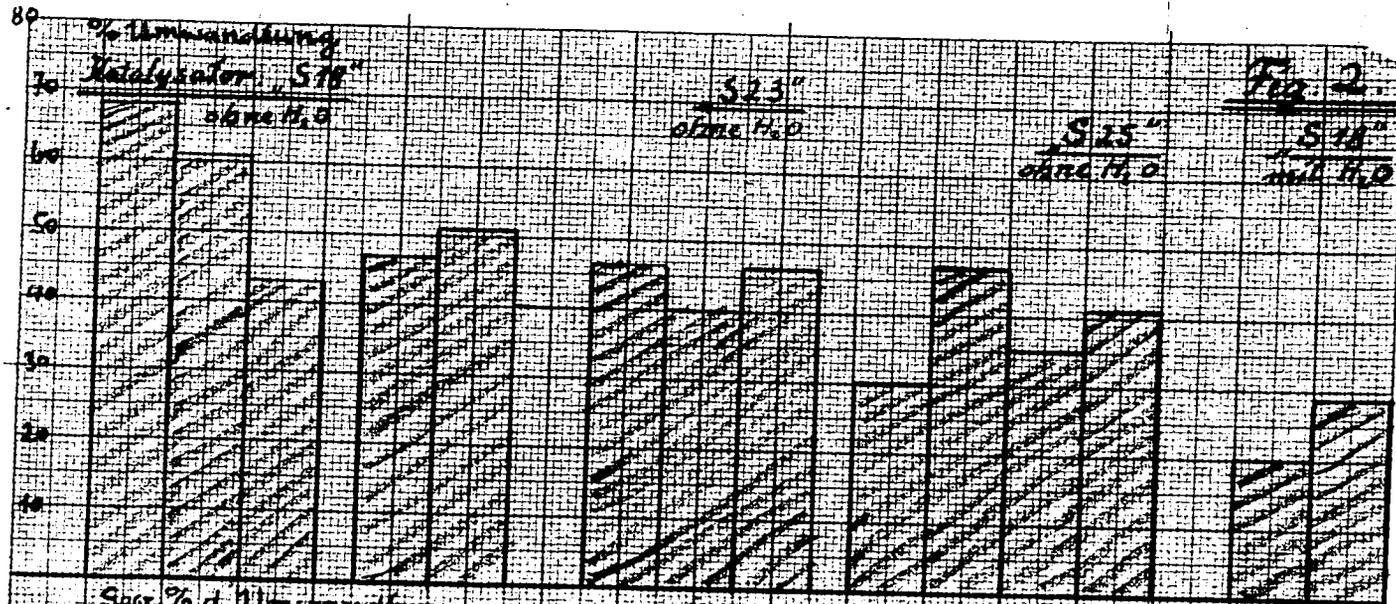
000008  
000112

Katalysator: S18:  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 + MgO$

Tabelle 4

Stoff	Einsatz Vol. %		Einsparprodukte				Verlust	Umwandlung	Gew. % d. Umwandlung										Benzin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Kautsch.	H <sub>2</sub> O	Eind. gas	Kond. Benz.	Öl	C			Benz	Ses										C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
										Σ	1C <sub>1</sub>	2C <sub>1</sub>	iC <sub>1</sub>	iC <sub>2</sub>	nC <sub>2</sub>	iC <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>			C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	C <sub>26</sub>	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>34</sub>	C <sub>35</sub>	C <sub>36</sub>	C <sub>37</sub>	C <sub>38</sub>	C <sub>39</sub>	C <sub>40</sub>	C <sub>41</sub>	C <sub>42</sub>	C <sub>43</sub>	C <sub>44</sub>	C <sub>45</sub>	C <sub>46</sub>	C <sub>47</sub>	C <sub>48</sub>	C <sub>49</sub>	C <sub>50</sub>	C <sub>51</sub>	C <sub>52</sub>	C <sub>53</sub>	C <sub>54</sub>	C <sub>55</sub>	C <sub>56</sub>	C <sub>57</sub>	C <sub>58</sub>	C <sub>59</sub>	C <sub>60</sub>	C <sub>61</sub>	C <sub>62</sub>	C <sub>63</sub>	C <sub>64</sub>	C <sub>65</sub>	C <sub>66</sub>	C <sub>67</sub>	C <sub>68</sub>	C <sub>69</sub>	C <sub>70</sub>	C <sub>71</sub>	C <sub>72</sub>	C <sub>73</sub>	C <sub>74</sub>	C <sub>75</sub>	C <sub>76</sub>	C <sub>77</sub>	C <sub>78</sub>	C <sub>79</sub>	C <sub>80</sub>	C <sub>81</sub>	C <sub>82</sub>	C <sub>83</sub>	C <sub>84</sub>	C <sub>85</sub>	C <sub>86</sub>	C <sub>87</sub>	C <sub>88</sub>	C <sub>89</sub>	C <sub>90</sub>	C <sub>91</sub>	C <sub>92</sub>	C <sub>93</sub>	C <sub>94</sub>	C <sub>95</sub>	C <sub>96</sub>	C <sub>97</sub>	C <sub>98</sub>	C <sub>99</sub>	C <sub>100</sub>	C <sub>101</sub>	C <sub>102</sub>	C <sub>103</sub>	C <sub>104</sub>	C <sub>105</sub>	C <sub>106</sub>	C <sub>107</sub>	C <sub>108</sub>	C <sub>109</sub>	C <sub>110</sub>	C <sub>111</sub>	C <sub>112</sub>	C <sub>113</sub>	C <sub>114</sub>	C <sub>115</sub>	C <sub>116</sub>	C <sub>117</sub>	C <sub>118</sub>	C <sub>119</sub>	C <sub>120</sub>	C <sub>121</sub>	C <sub>122</sub>	C <sub>123</sub>	C <sub>124</sub>	C <sub>125</sub>	C <sub>126</sub>	C <sub>127</sub>	C <sub>128</sub>	C <sub>129</sub>	C <sub>130</sub>	C <sub>131</sub>	C <sub>132</sub>	C <sub>133</sub>	C <sub>134</sub>	C <sub>135</sub>	C <sub>136</sub>	C <sub>137</sub>	C <sub>138</sub>	C <sub>139</sub>	C <sub>140</sub>	C <sub>141</sub>	C <sub>142</sub>	C <sub>143</sub>	C <sub>144</sub>	C <sub>145</sub>	C <sub>146</sub>	C <sub>147</sub>	C <sub>148</sub>	C <sub>149</sub>	C <sub>150</sub>	C <sub>151</sub>	C <sub>152</sub>	C <sub>153</sub>	C <sub>154</sub>	C <sub>155</sub>	C <sub>156</sub>	C <sub>157</sub>	C <sub>158</sub>	C <sub>159</sub>	C <sub>160</sub>	C <sub>161</sub>	C <sub>162</sub>	C <sub>163</sub>	C <sub>164</sub>	C <sub>165</sub>	C <sub>166</sub>	C <sub>167</sub>	C <sub>168</sub>	C <sub>169</sub>	C <sub>170</sub>	C <sub>171</sub>	C <sub>172</sub>	C <sub>173</sub>	C <sub>174</sub>	C <sub>175</sub>	C <sub>176</sub>	C <sub>177</sub>	C <sub>178</sub>	C <sub>179</sub>	C <sub>180</sub>	C <sub>181</sub>	C <sub>182</sub>	C <sub>183</sub>	C <sub>184</sub>	C <sub>185</sub>	C <sub>186</sub>	C <sub>187</sub>	C <sub>188</sub>	C <sub>189</sub>	C <sub>190</sub>	C <sub>191</sub>	C <sub>192</sub>	C <sub>193</sub>	C <sub>194</sub>	C <sub>195</sub>	C <sub>196</sub>	C <sub>197</sub>	C <sub>198</sub>	C <sub>199</sub>	C <sub>200</sub>	C <sub>201</sub>	C <sub>202</sub>	C <sub>203</sub>	C <sub>204</sub>	C <sub>205</sub>	C <sub>206</sub>	C <sub>207</sub>	C <sub>208</sub>	C <sub>209</sub>	C <sub>210</sub>	C <sub>211</sub>	C <sub>212</sub>	C <sub>213</sub>	C <sub>214</sub>	C <sub>215</sub>	C <sub>216</sub>	C <sub>217</sub>	C <sub>218</sub>	C <sub>219</sub>	C <sub>220</sub>	C <sub>221</sub>	C <sub>222</sub>	C <sub>223</sub>	C <sub>224</sub>	C <sub>225</sub>	C <sub>226</sub>	C <sub>227</sub>	C <sub>228</sub>	C <sub>229</sub>	C <sub>230</sub>	C <sub>231</sub>	C <sub>232</sub>	C <sub>233</sub>	C <sub>234</sub>	C <sub>235</sub>	C <sub>236</sub>	C <sub>237</sub>	C <sub>238</sub>	C <sub>239</sub>	C <sub>240</sub>	C <sub>241</sub>	C <sub>242</sub>	C <sub>243</sub>	C <sub>244</sub>	C <sub>245</sub>	C <sub>246</sub>	C <sub>247</sub>	C <sub>248</sub>	C <sub>249</sub>	C <sub>250</sub>	C <sub>251</sub>	C <sub>252</sub>	C <sub>253</sub>	C <sub>254</sub>	C <sub>255</sub>	C <sub>256</sub>	C <sub>257</sub>	C <sub>258</sub>	C <sub>259</sub>	C <sub>260</sub>	C <sub>261</sub>	C <sub>262</sub>	C <sub>263</sub>	C <sub>264</sub>	C <sub>265</sub>	C <sub>266</sub>	C <sub>267</sub>	C <sub>268</sub>	C <sub>269</sub>	C <sub>270</sub>	C <sub>271</sub>	C <sub>272</sub>	C <sub>273</sub>	C <sub>274</sub>	C <sub>275</sub>	C <sub>276</sub>	C <sub>277</sub>	C <sub>278</sub>	C <sub>279</sub>	C <sub>280</sub>	C <sub>281</sub>	C <sub>282</sub>	C <sub>283</sub>	C <sub>284</sub>	C <sub>285</sub>	C <sub>286</sub>	C <sub>287</sub>	C <sub>288</sub>	C <sub>289</sub>	C <sub>290</sub>	C <sub>291</sub>	C <sub>292</sub>	C <sub>293</sub>	C <sub>294</sub>	C <sub>295</sub>	C <sub>296</sub>	C <sub>297</sub>	C <sub>298</sub>	C <sub>299</sub>	C <sub>300</sub>	C <sub>301</sub>	C <sub>302</sub>	C <sub>303</sub>	C <sub>304</sub>	C <sub>305</sub>	C <sub>306</sub>	C <sub>307</sub>	C <sub>308</sub>	C <sub>309</sub>	C <sub>310</sub>	C <sub>311</sub>	C <sub>312</sub>	C <sub>313</sub>	C <sub>314</sub>	C <sub>315</sub>	C <sub>316</sub>	C <sub>317</sub>	C <sub>318</sub>	C <sub>319</sub>	C <sub>320</sub>	C <sub>321</sub>	C <sub>322</sub>	C <sub>323</sub>	C <sub>324</sub>	C <sub>325</sub>	C <sub>326</sub>	C <sub>327</sub>	C <sub>328</sub>	C <sub>329</sub>	C <sub>330</sub>	C <sub>331</sub>	C <sub>332</sub>	C <sub>333</sub>	C <sub>334</sub>	C <sub>335</sub>	C <sub>336</sub>	C <sub>337</sub>	C <sub>338</sub>	C <sub>339</sub>	C <sub>340</sub>	C <sub>341</sub>	C <sub>342</sub>	C <sub>343</sub>	C <sub>344</sub>	C <sub>345</sub>	C <sub>346</sub>	C <sub>347</sub>	C <sub>348</sub>	C <sub>349</sub>	C <sub>350</sub>	C <sub>351</sub>	C <sub>352</sub>	C <sub>353</sub>	C <sub>354</sub>	C <sub>355</sub>	C <sub>356</sub>	C <sub>357</sub>	C <sub>358</sub>	C <sub>359</sub>	C <sub>360</sub>	C <sub>361</sub>	C <sub>362</sub>	C <sub>363</sub>	C <sub>364</sub>	C <sub>365</sub>	C <sub>366</sub>	C <sub>367</sub>	C <sub>368</sub>	C <sub>369</sub>	C <sub>370</sub>	C <sub>371</sub>	C <sub>372</sub>	C <sub>373</sub>	C <sub>374</sub>	C <sub>375</sub>	C <sub>376</sub>	C <sub>377</sub>	C <sub>378</sub>	C <sub>379</sub>	C <sub>380</sub>	C <sub>381</sub>	C <sub>382</sub>	C <sub>383</sub>	C <sub>384</sub>	C <sub>385</sub>	C <sub>386</sub>	C <sub>387</sub>	C <sub>388</sub>	C <sub>389</sub>	C <sub>390</sub>	C <sub>391</sub>	C <sub>392</sub>	C <sub>393</sub>	C <sub>394</sub>	C <sub>395</sub>	C <sub>396</sub>	C <sub>397</sub>	C <sub>398</sub>	C <sub>399</sub>	C <sub>400</sub>	C <sub>401</sub>	C <sub>402</sub>	C <sub>403</sub>	C <sub>404</sub>	C <sub>405</sub>	C <sub>406</sub>	C <sub>407</sub>	C <sub>408</sub>	C <sub>409</sub>	C <sub>410</sub>	C <sub>411</sub>	C <sub>412</sub>	C <sub>413</sub>	C <sub>414</sub>	C <sub>415</sub>	C <sub>416</sub>	C <sub>417</sub>	C <sub>418</sub>	C <sub>419</sub>	C <sub>420</sub>	C <sub>421</sub>	C <sub>422</sub>	C <sub>423</sub>	C <sub>424</sub>	C <sub>425</sub>	C <sub>426</sub>	C <sub>427</sub>	C <sub>428</sub>	C <sub>429</sub>	C <sub>430</sub>	C <sub>431</sub>	C <sub>432</sub>	C <sub>433</sub>	C <sub>434</sub>	C <sub>435</sub>	C <sub>436</sub>	C <sub>437</sub>	C <sub>438</sub>	C <sub>439</sub>	C <sub>440</sub>	C <sub>441</sub>	C <sub>442</sub>	C <sub>443</sub>	C <sub>444</sub>	C <sub>445</sub>	C <sub>446</sub>	C <sub>447</sub>	C <sub>448</sub>	C <sub>449</sub>	C <sub>450</sub>	C <sub>451</sub>	C <sub>452</sub>	C <sub>453</sub>	C <sub>454</sub>	C <sub>455</sub>	C <sub>456</sub>	C <sub>457</sub>	C <sub>458</sub>	C <sub>459</sub>	C <sub>460</sub>	C <sub>461</sub>	C <sub>462</sub>	C <sub>463</sub>	C <sub>464</sub>	C <sub>465</sub>	C <sub>466</sub>	C <sub>467</sub>	C <sub>468</sub>	C <sub>469</sub>	C <sub>470</sub>	C <sub>471</sub>	C <sub>472</sub>	C <sub>473</sub>	C <sub>474</sub>	C <sub>475</sub>	C <sub>476</sub>	C <sub>477</sub>	C <sub>478</sub>	C <sub>479</sub>	C <sub>480</sub>	C <sub>481</sub>	C <sub>482</sub>	C <sub>483</sub>	C <sub>484</sub>	C <sub>485</sub>	C <sub>486</sub>	C <sub>487</sub>	C <sub>488</sub>	C <sub>489</sub>	C <sub>490</sub>	C <sub>491</sub>	C <sub>492</sub>	C <sub>493</sub>	C <sub>494</sub>	C <sub>495</sub>	C <sub>496</sub>	C <sub>497</sub>	C <sub>498</sub>	C <sub>499</sub>	C <sub>500</sub>	C <sub>501</sub>	C <sub>502</sub>	C <sub>503</sub>	C <sub>504</sub>	C <sub>505</sub>	C <sub>506</sub>	C <sub>507</sub>	C <sub>508</sub>	C <sub>509</sub>	C <sub>510</sub>	C <sub>511</sub>	C <sub>512</sub>	C <sub>513</sub>	C <sub>514</sub>	C <sub>515</sub>	C <sub>516</sub>	C <sub>517</sub>	C <sub>518</sub>	C <sub>519</sub>	C <sub>520</sub>	C <sub>521</sub>	C <sub>522</sub>	C <sub>523</sub>	C <sub>524</sub>	C <sub>525</sub>	C <sub>526</sub>	C <sub>527</sub>	C <sub>528</sub>	C <sub>529</sub>	C <sub>530</sub>	C <sub>531</sub>	C <sub>532</sub>	C <sub>533</sub>	C <sub>534</sub>	C <sub>535</sub>	C <sub>536</sub>	C <sub>537</sub>	C <sub>538</sub>	C <sub>539</sub>	C <sub>540</sub>	C <sub>541</sub>	C <sub>542</sub>	C <sub>543</sub>	C <sub>544</sub>	C <sub>545</sub>	C <sub>546</sub>	C <sub>547</sub>	C <sub>548</sub>	C <sub>549</sub>	C <sub>550</sub>	C <sub>551</sub>	C <sub>552</sub>	C <sub>553</sub>	C <sub>554</sub>	C <sub>555</sub>	C <sub>556</sub>	C <sub>557</sub>	C <sub>558</sub>	C <sub>559</sub>	C <sub>560</sub>	C <sub>561</sub>	C <sub>562</sub>	C <sub>563</sub>	C <sub>564</sub>	C <sub>565</sub>	C <sub>566</sub>	C <sub>567</sub>	C <sub>568</sub>	C <sub>569</sub>	C <sub>570</sub>	C <sub>571</sub>	C <sub>572</sub>	C <sub>573</sub>	C <sub>574</sub>	C <sub>575</sub>	C <sub>576</sub>	C <sub>577</sub>	C <sub>578</sub>	C <sub>579</sub>	C <sub>580</sub>	C <sub>581</sub>	C <sub>582</sub>	C <sub>583</sub>	C <sub>584</sub>	C <sub>585</sub>	C <sub>586</sub>	C <sub>587</sub>	C <sub>588</sub>	C <sub>589</sub>	C <sub>590</sub>	C <sub>591</sub>	C <sub>592</sub>	C <sub>593</sub>	C <sub>594</sub>	C <sub>595</sub>	C <sub>596</sub>	C <sub>597</sub>	C <sub>598</sub>	C <sub>599</sub>	C <sub>600</sub>	C <sub>601</sub>	C <sub>602</sub>	C <sub>603</sub>	C <sub>604</sub>	C <sub>605</sub>	C <sub>606</sub>	C <sub>607</sub>	C <sub>608</sub>	C <sub>609</sub>	C <sub>610</sub>	C <sub>611</sub>	C <sub>612</sub>	C <sub>613</sub>	C <sub>614</sub>	C <sub>615</sub>	C <sub>616</sub>	C <sub>617</sub>	C <sub>618</sub>	C <sub>619</sub>	C <sub>620</sub>	C <sub>621</sub>	C <sub>622</sub>	C <sub>623</sub>	C <sub>624</sub>	C <sub>625</sub>	C <sub>626</sub>	C <sub>627</sub>	C <sub>628</sub>	C <sub>629</sub>	C <sub>630</sub>	C <sub>631</sub>	C <sub>632</sub>	C <sub>633</sub>	C <sub>634</sub>	C <sub>635</sub>	C <sub>636</sub>	C <sub>637</sub>	C <sub>638</sub>	C <sub>639</sub>	C <sub>640</sub>	C <sub>641</sub>	C <sub>642</sub>	C <sub>643</sub>	C <sub>644</sub>	C <sub>645</sub>	C <sub>646</sub>	C <sub>647</sub>	C <sub>648</sub>	C <sub>649</sub>	C <sub>650</sub>	C <sub>651</sub>	C <sub>652</sub>	C <sub>653</sub>	C <sub>654</sub>	C <sub>655</sub>	C <sub>656</sub>	C <sub>657</sub>	C <sub>658</sub>	C <sub>659</sub>	C <sub>660</sub>	C <sub>661</sub>	C <sub>662</sub>	C <sub>663</sub>	C <sub>664</sub>	C <sub></sub>

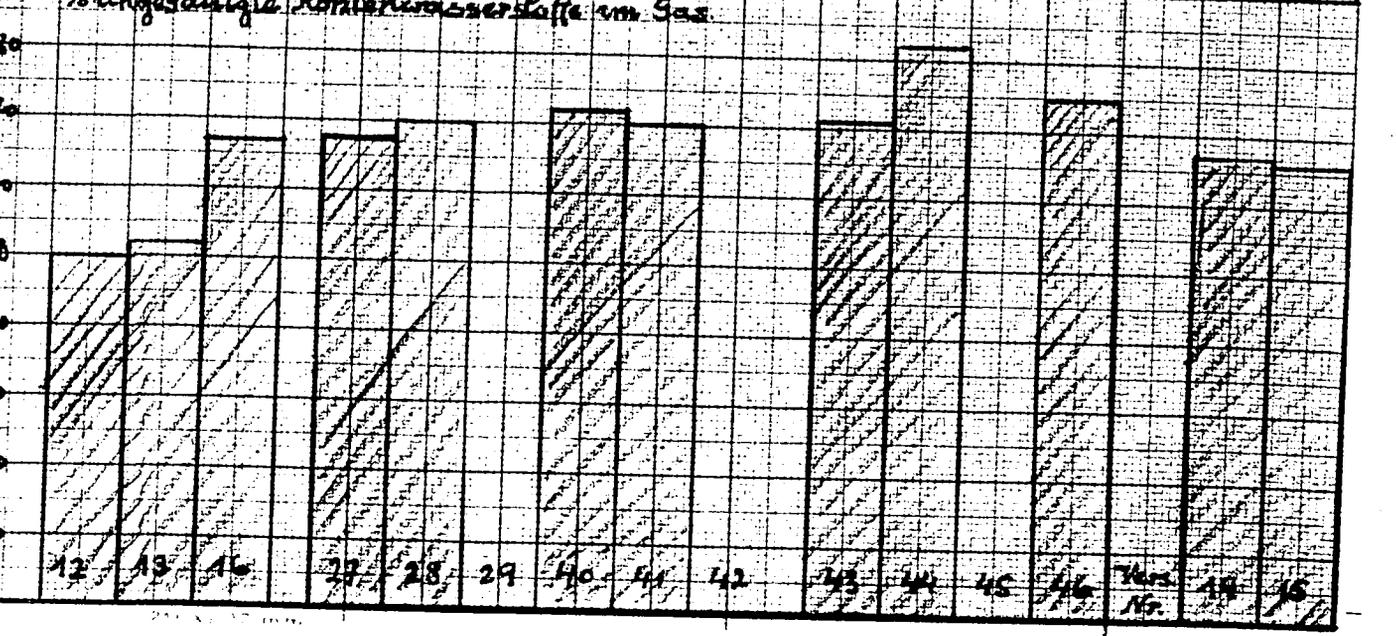
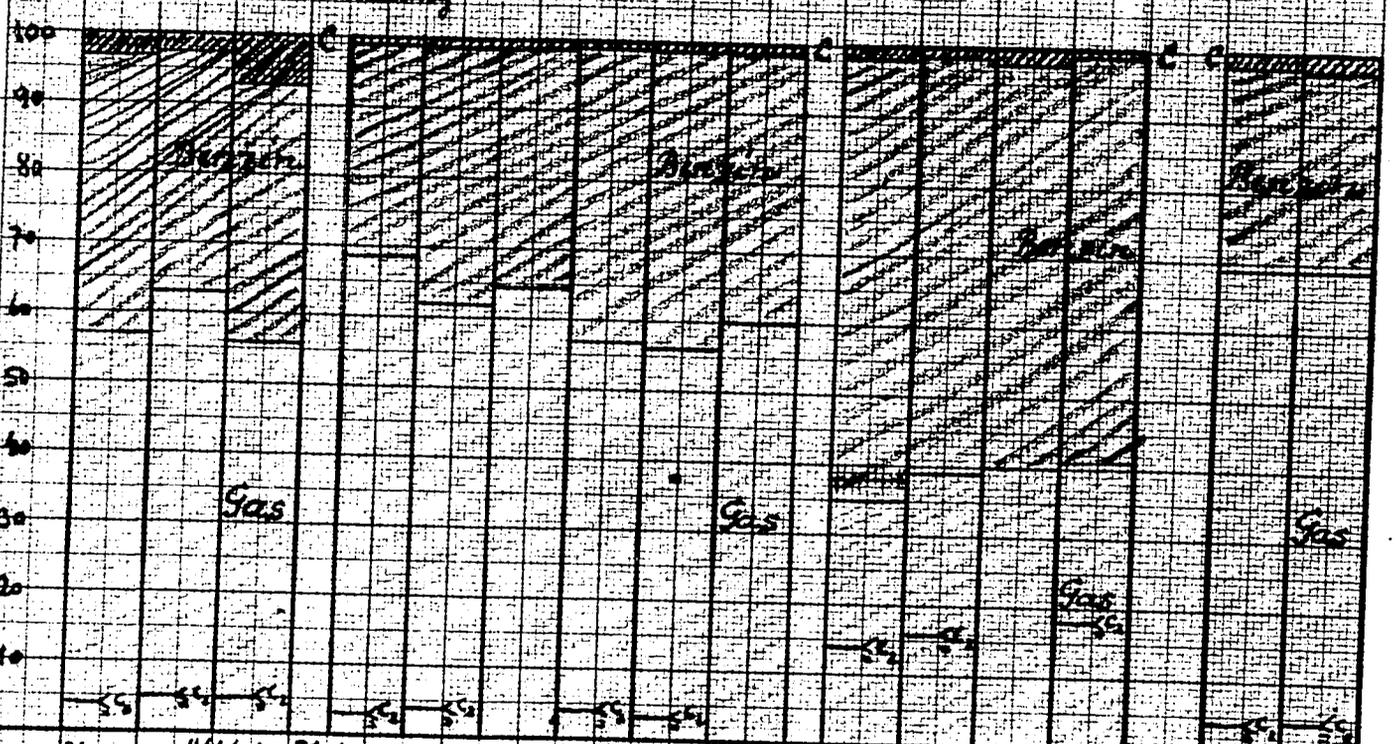
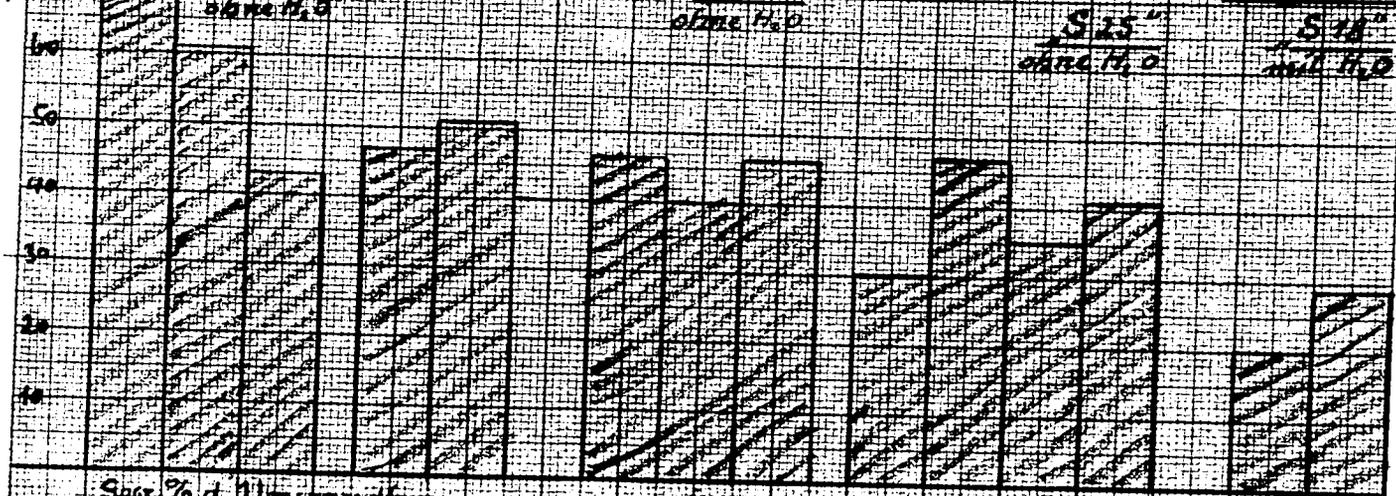
Fig. 2  
S 18" mit H<sub>2</sub>O



Katalysator S 18" ohne H<sub>2</sub>O

S 23" ohne H<sub>2</sub>O

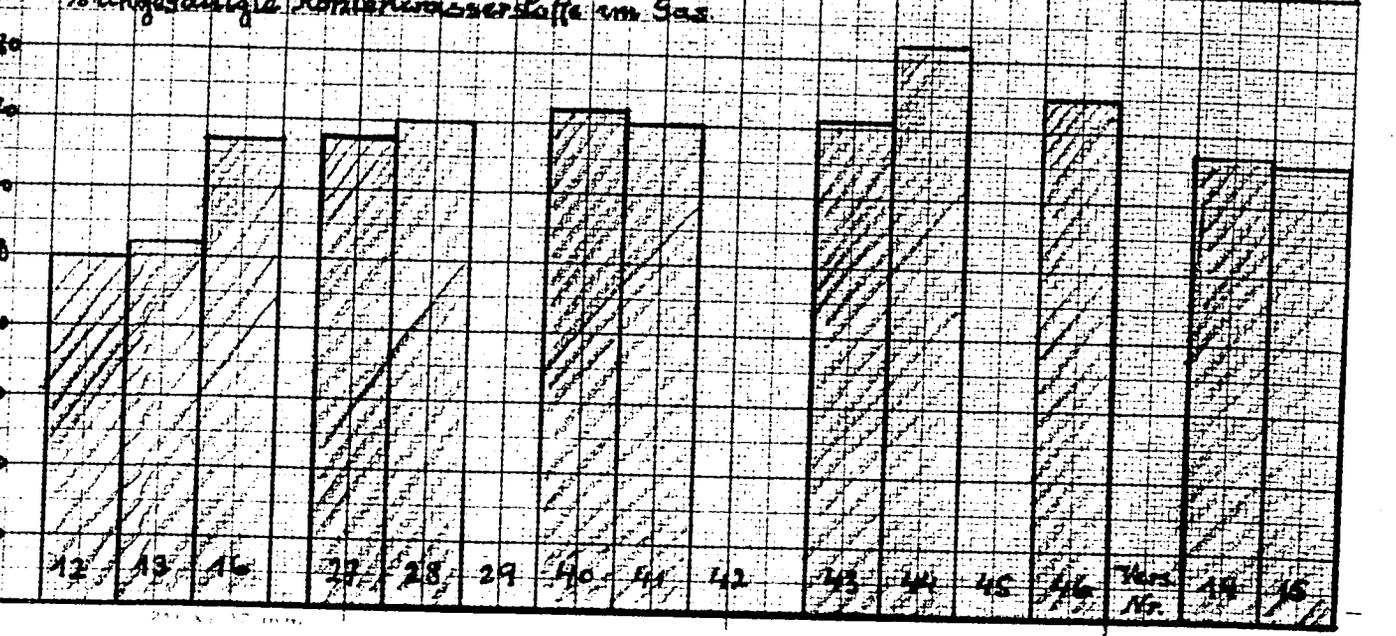
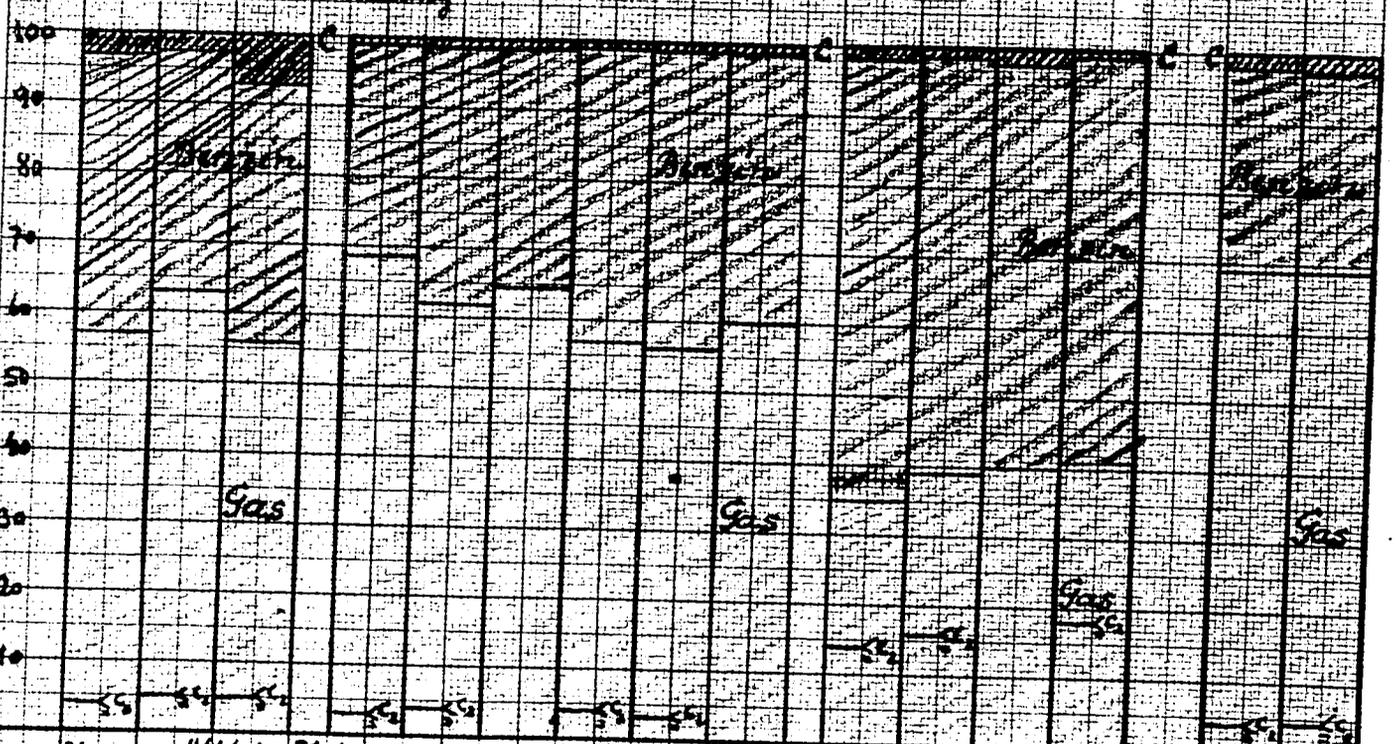
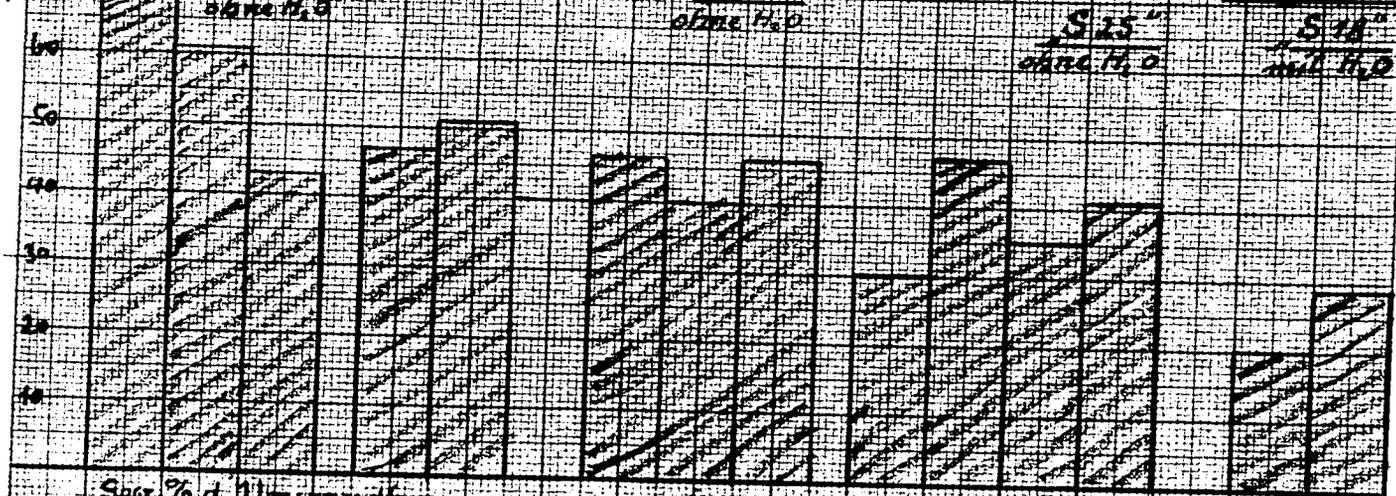
S 25" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 25" ohne H<sub>2</sub>O

S 28" ohne H<sub>2</sub>O

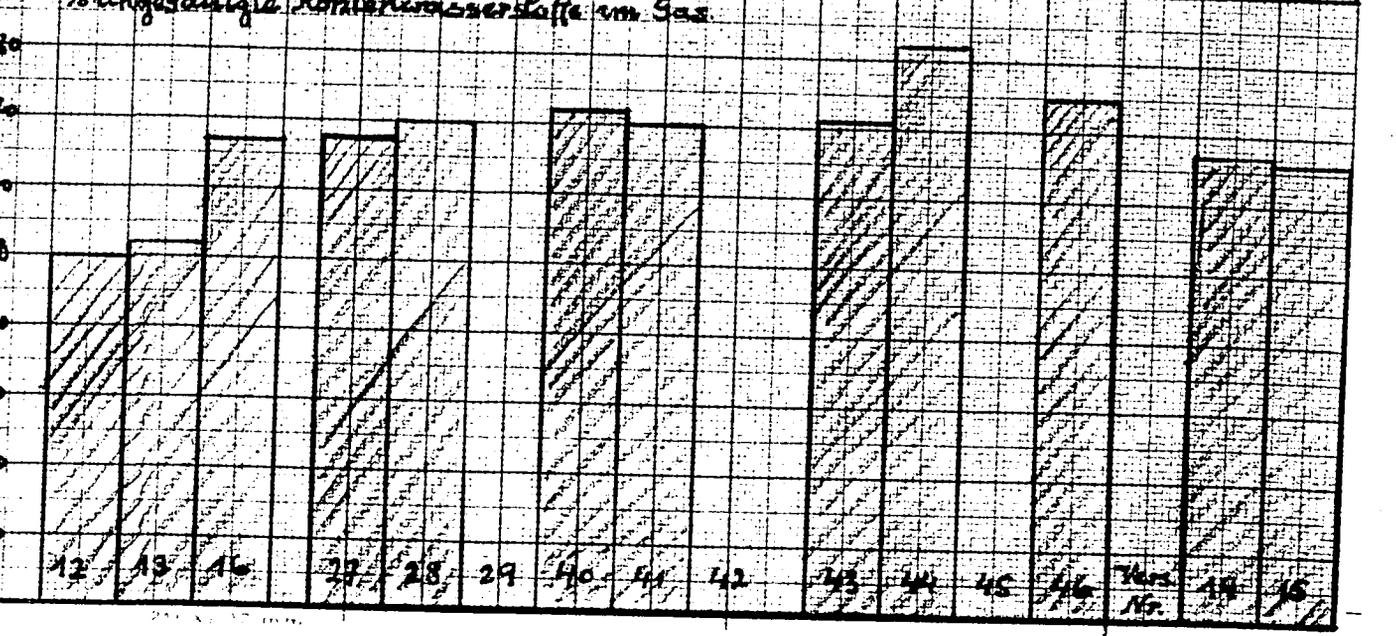
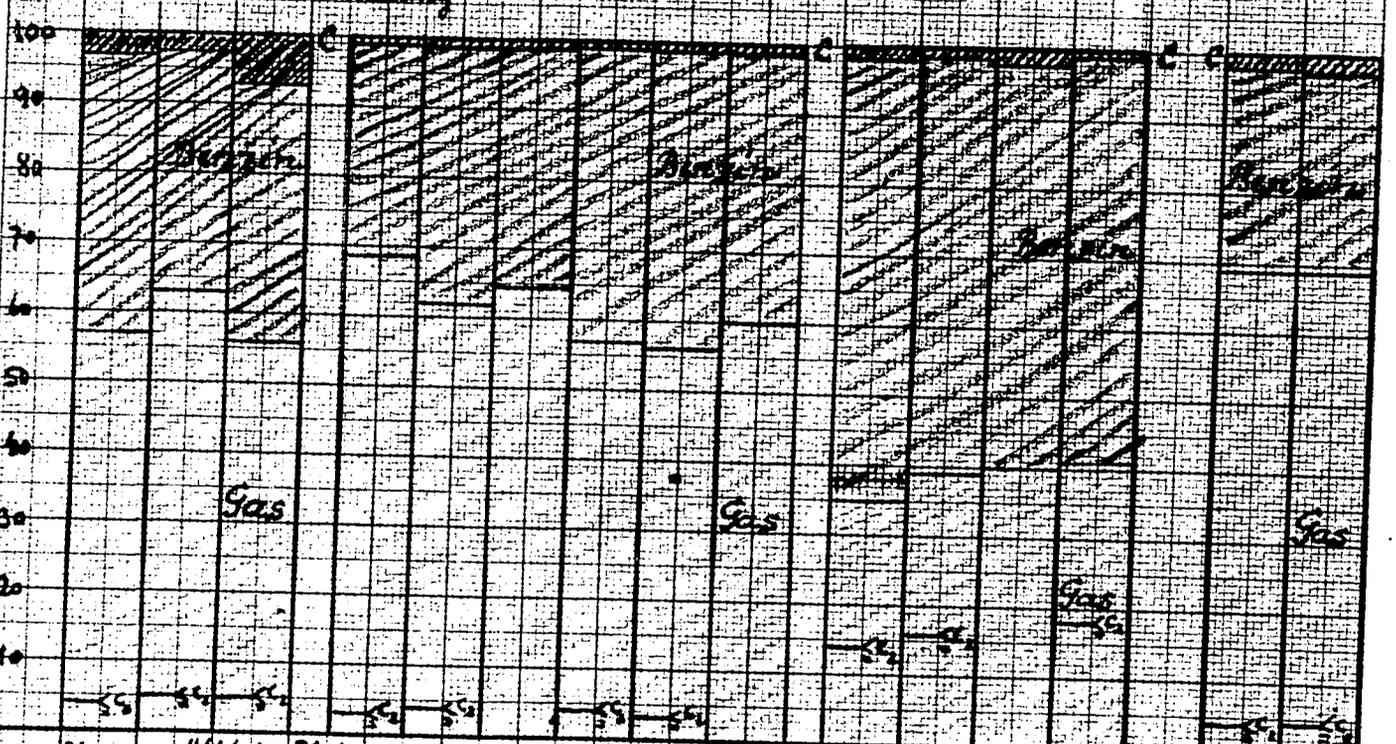
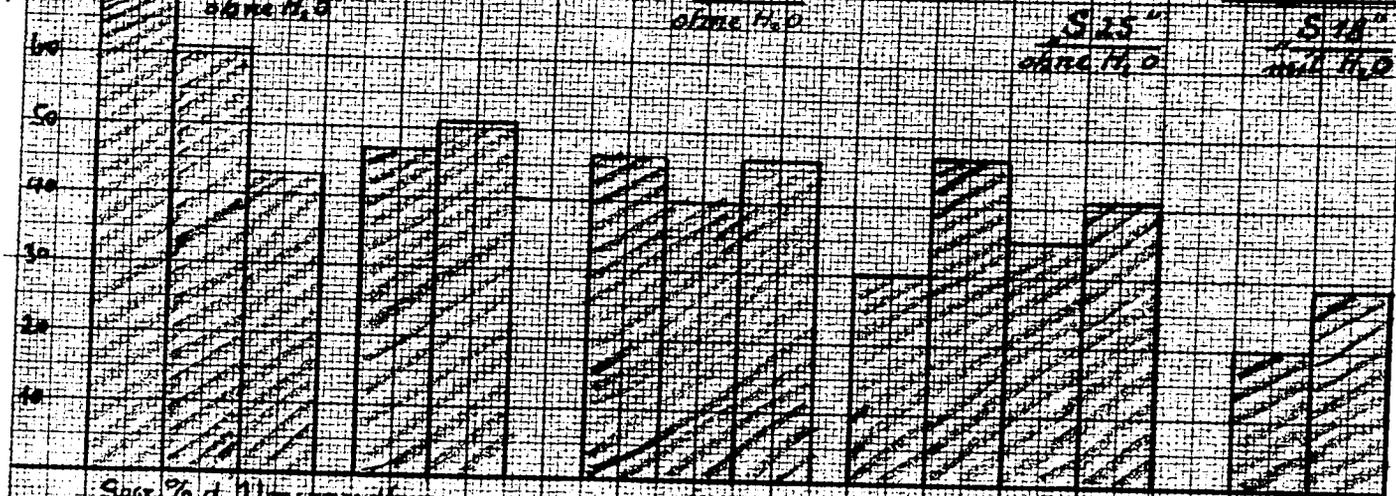
S 30" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 28" ohne H<sub>2</sub>O

S 30" ohne H<sub>2</sub>O

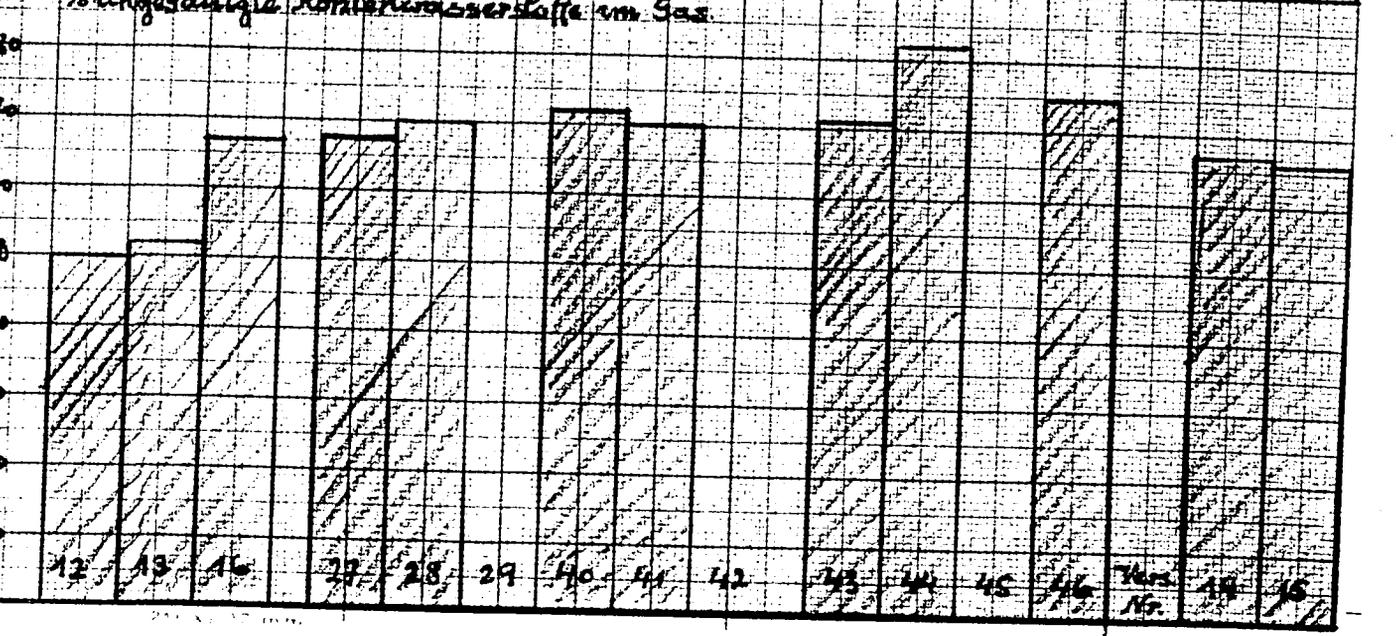
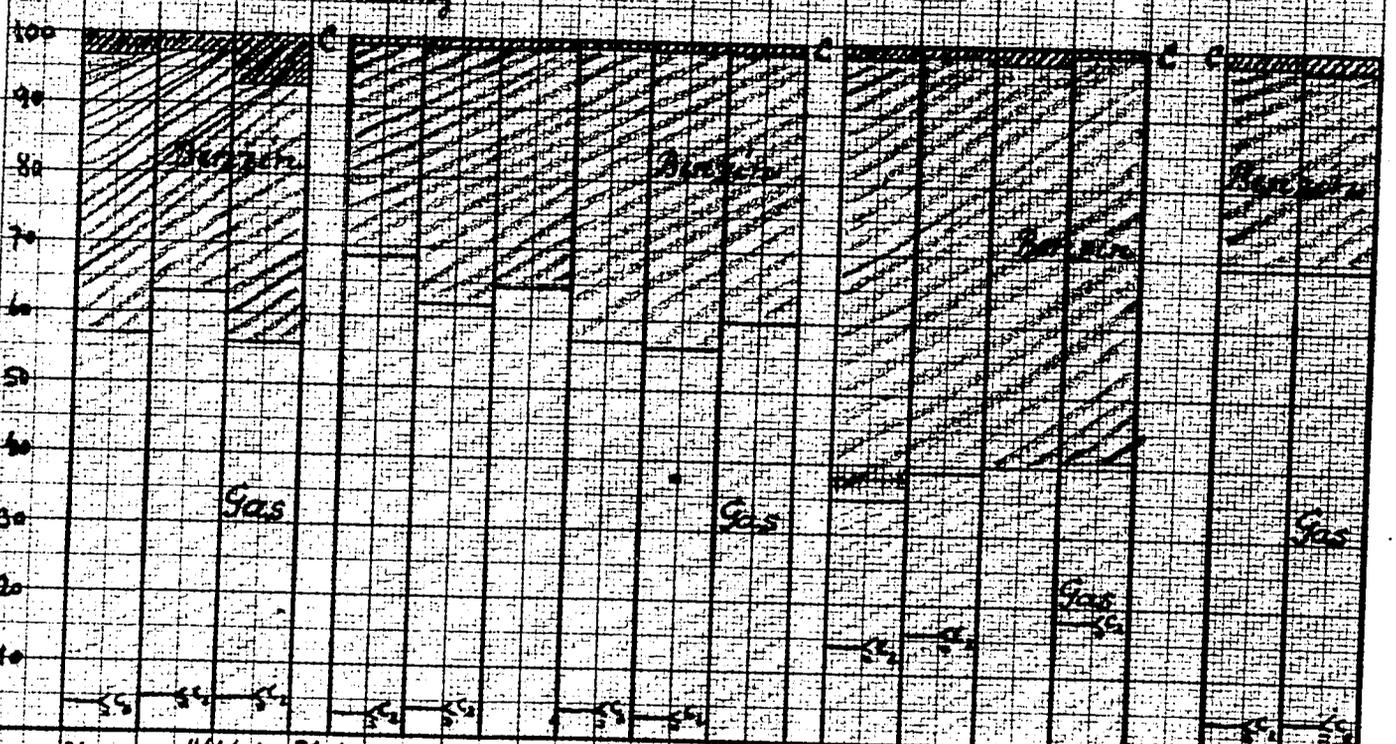
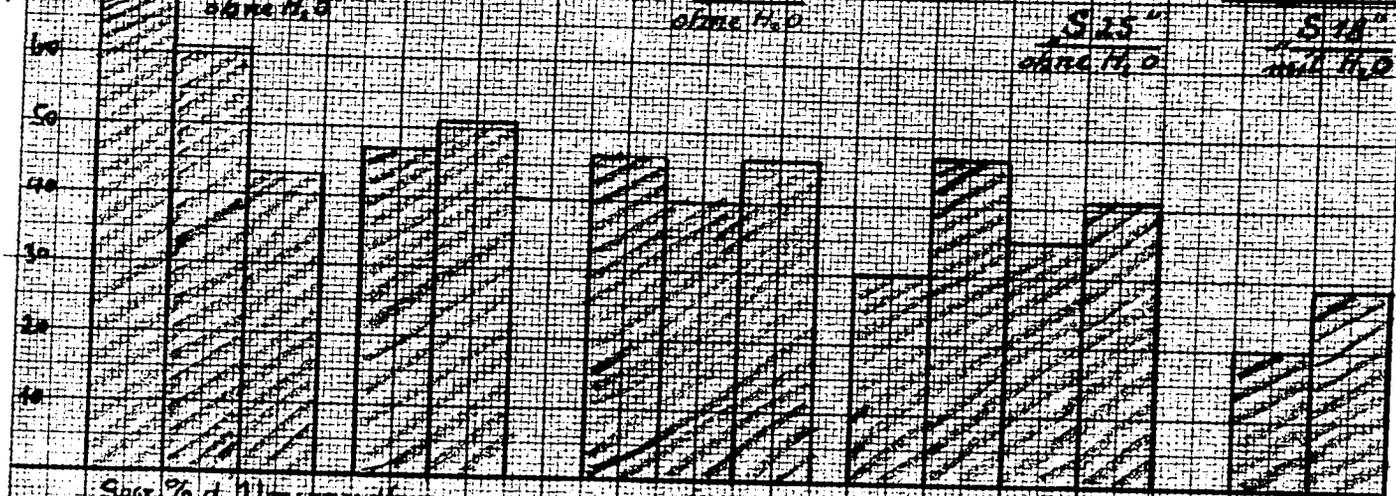
S 32" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 30" ohne H<sub>2</sub>O

S 32" ohne H<sub>2</sub>O

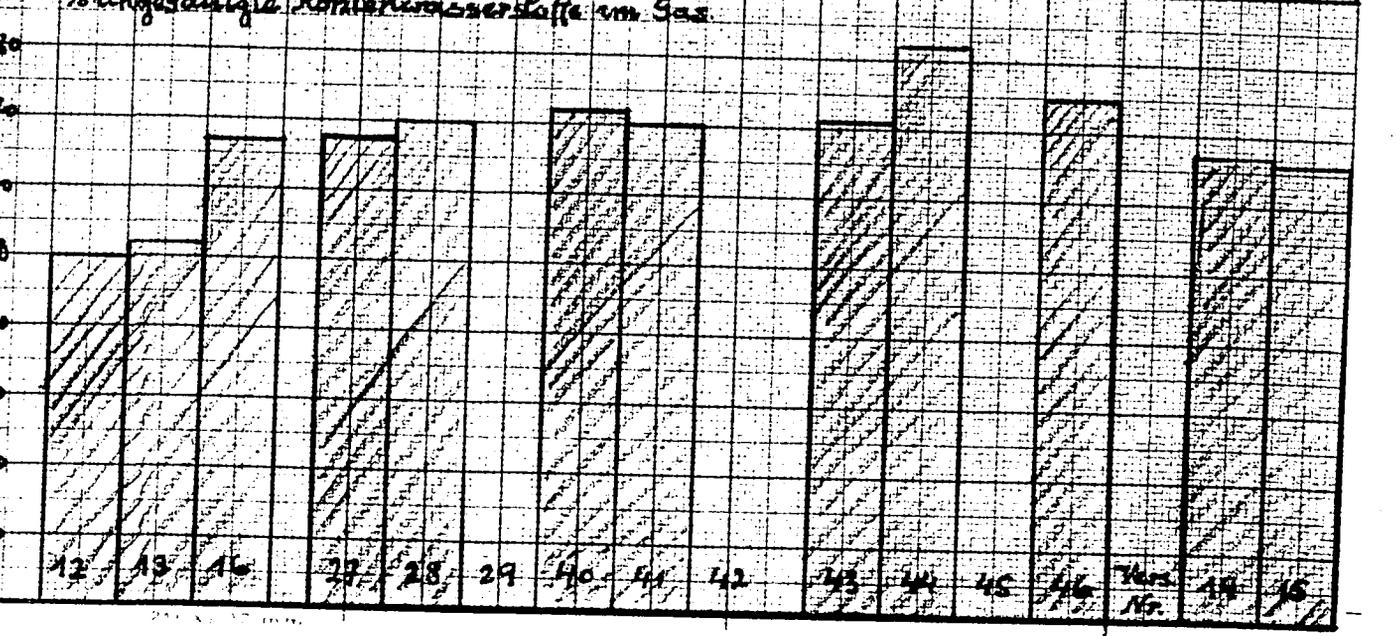
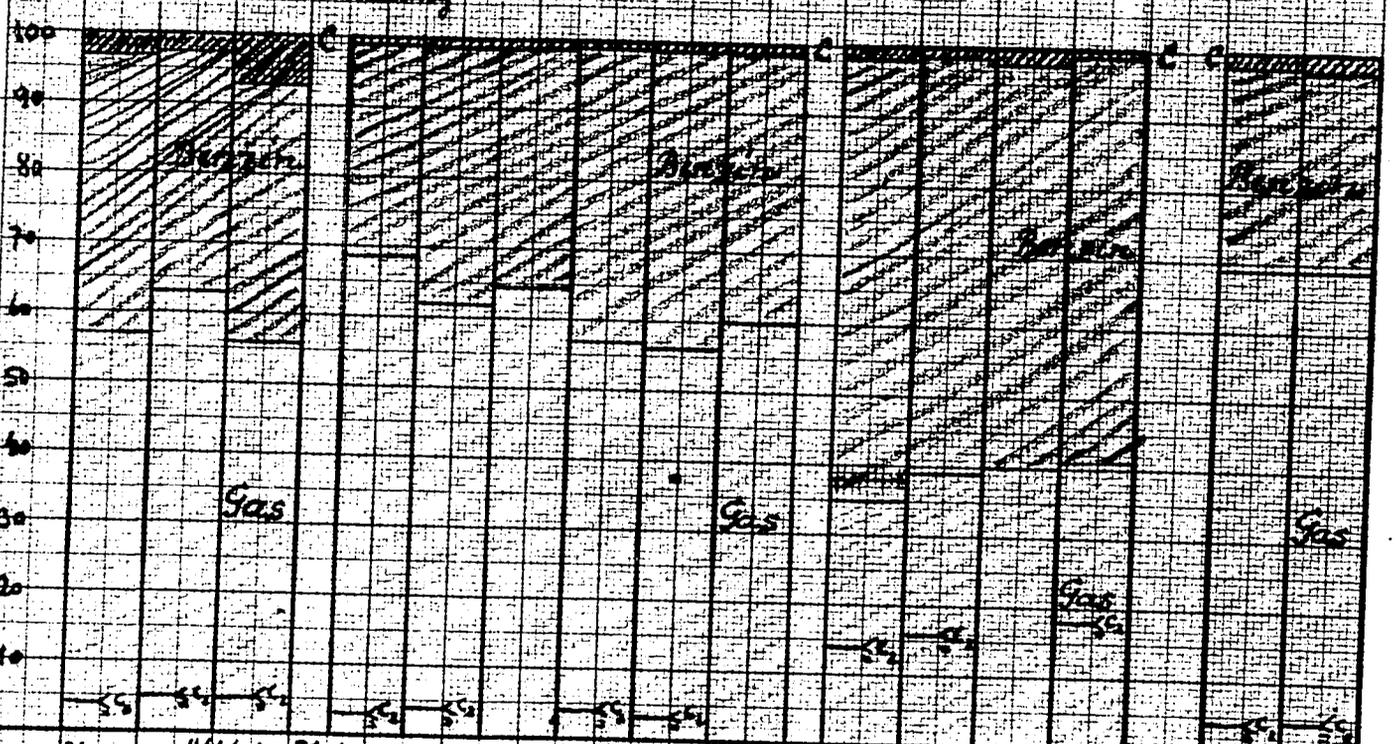
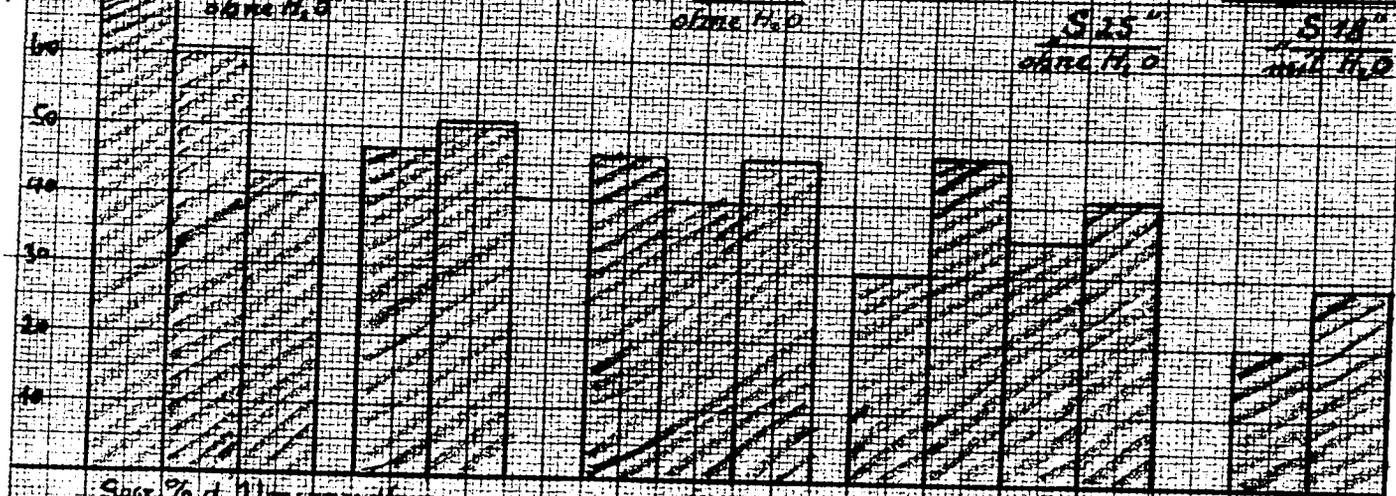
S 34" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 32" ohne H<sub>2</sub>O

S 34" ohne H<sub>2</sub>O

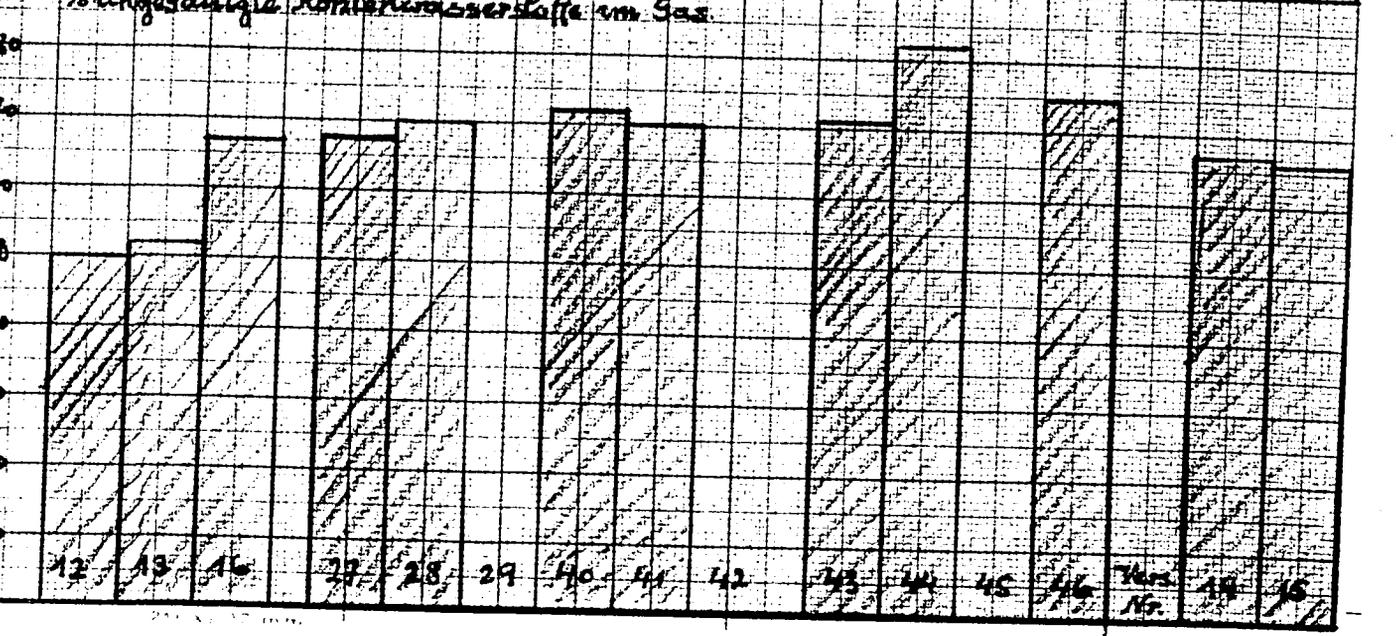
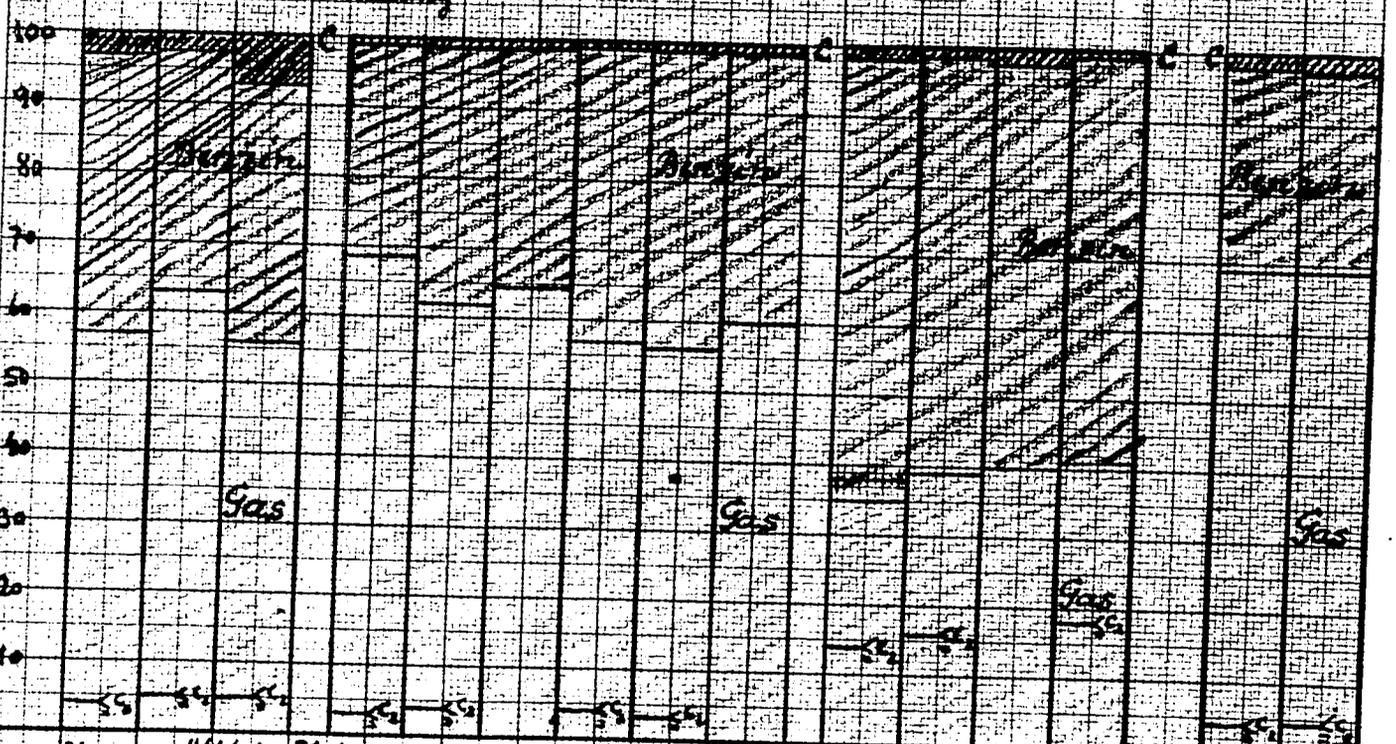
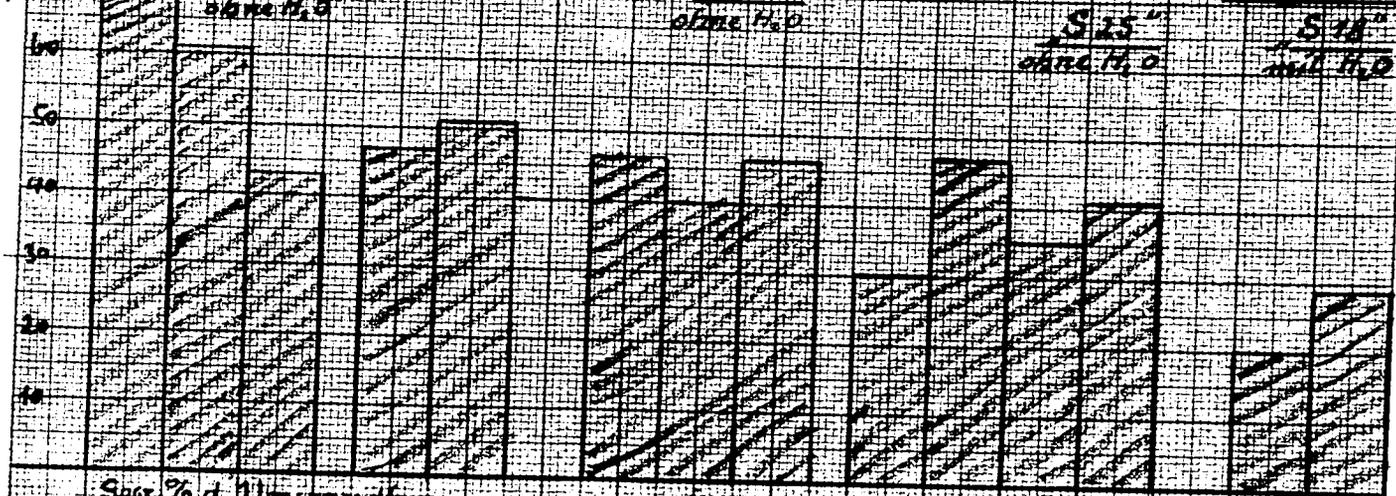
S 36" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 34" ohne H<sub>2</sub>O

S 36" ohne H<sub>2</sub>O

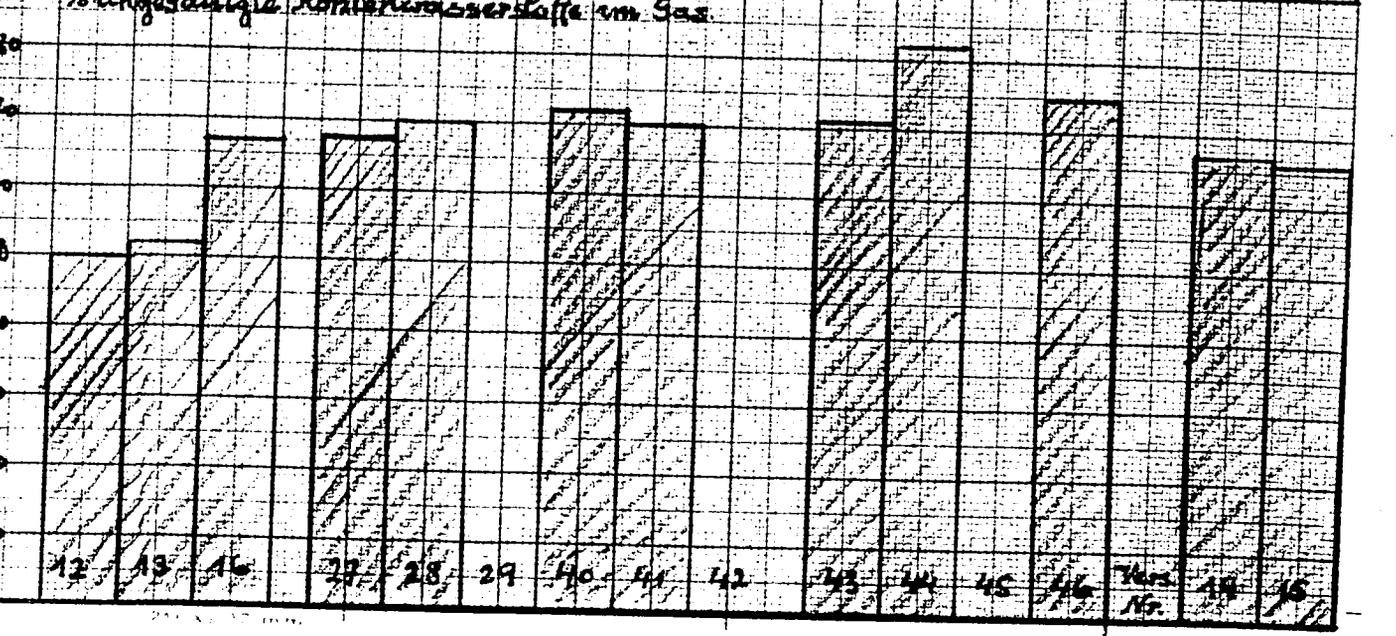
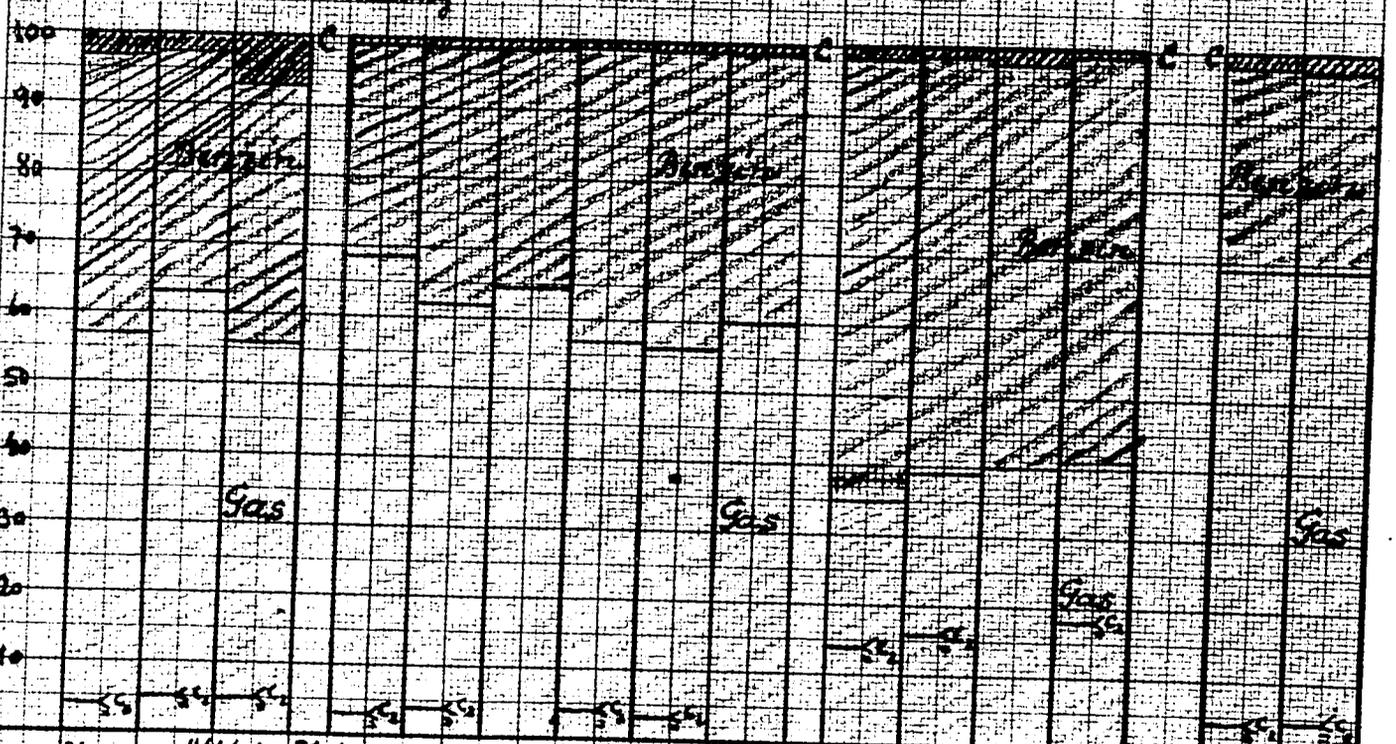
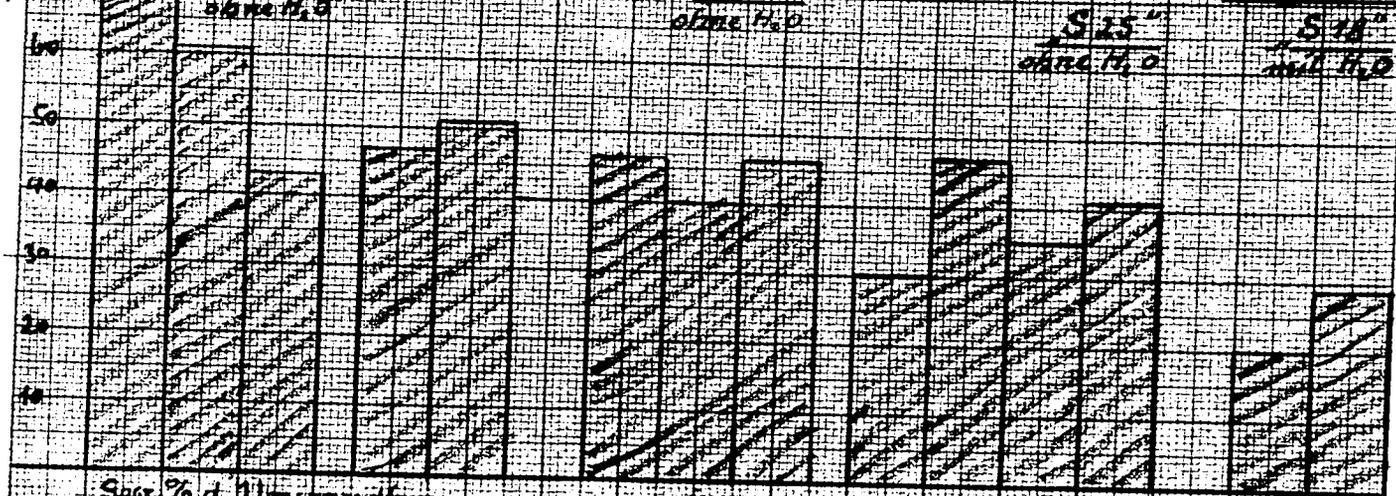
S 38" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 36" ohne H<sub>2</sub>O

S 38" ohne H<sub>2</sub>O

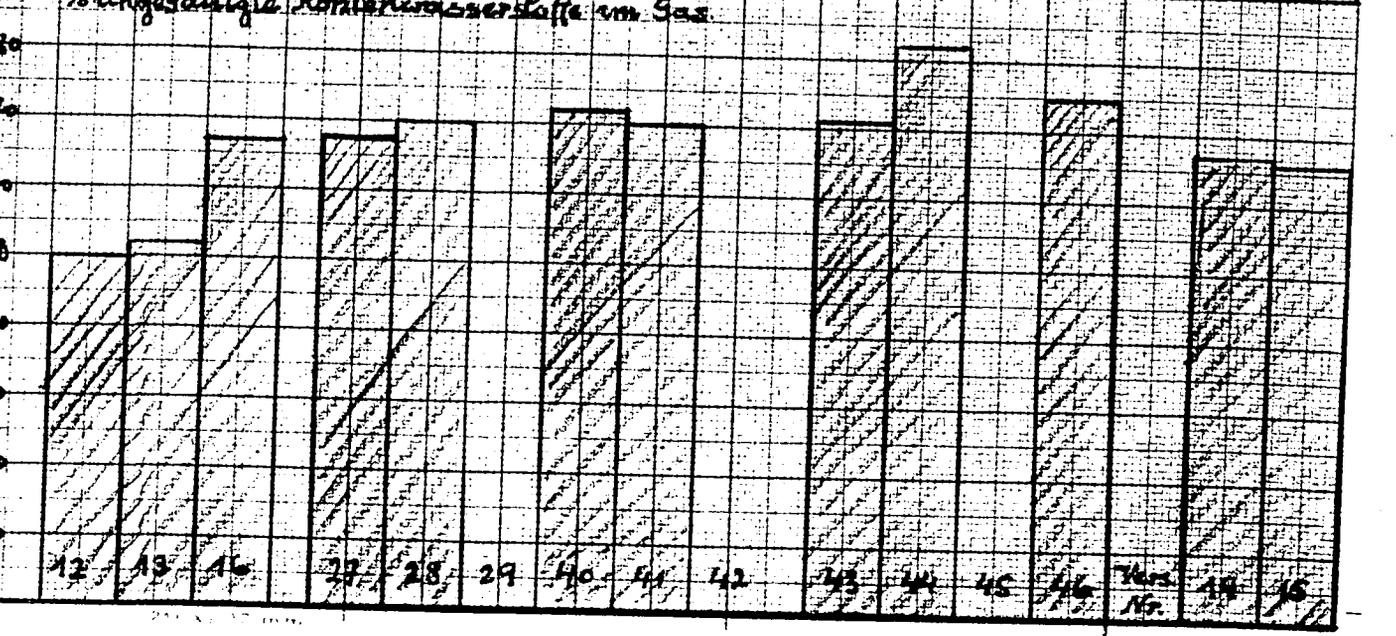
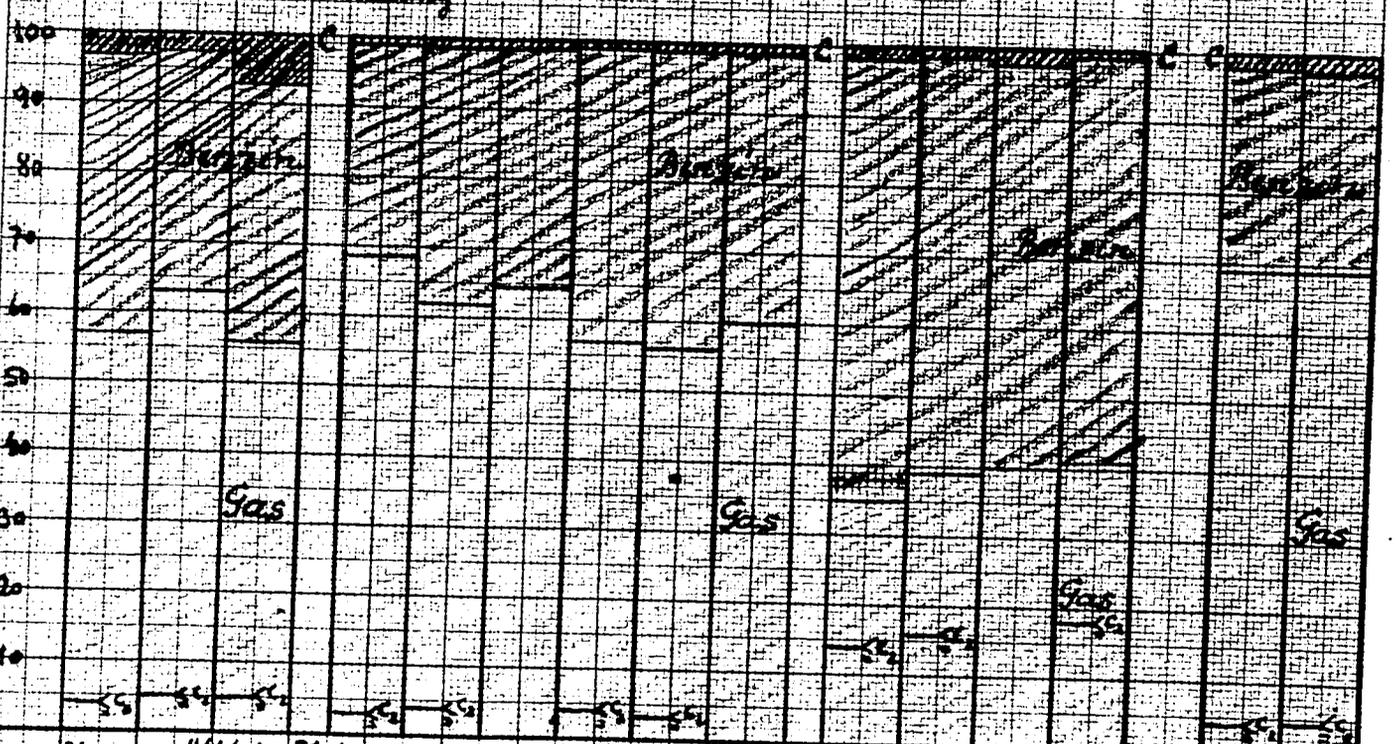
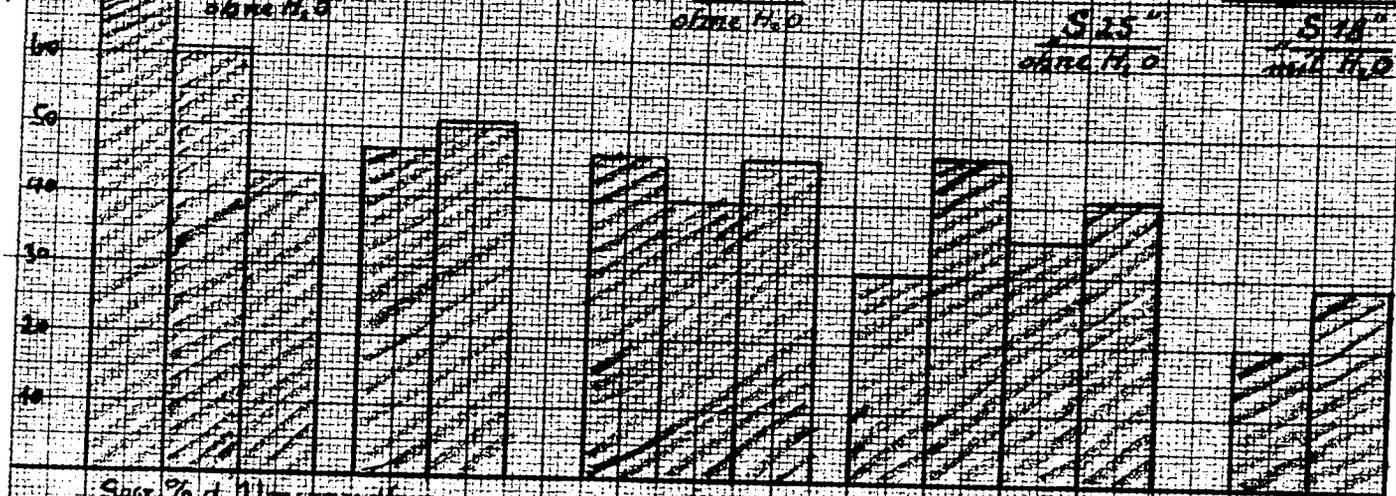
S 40" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 38" ohne H<sub>2</sub>O

S 40" ohne H<sub>2</sub>O

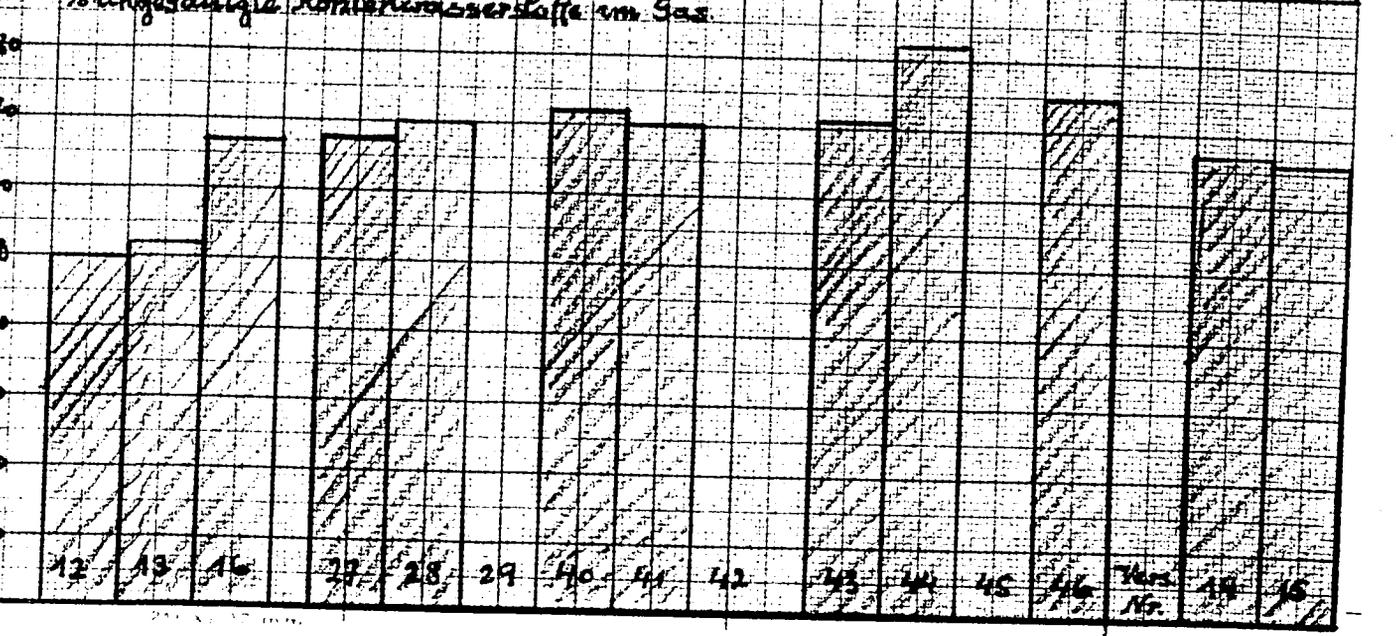
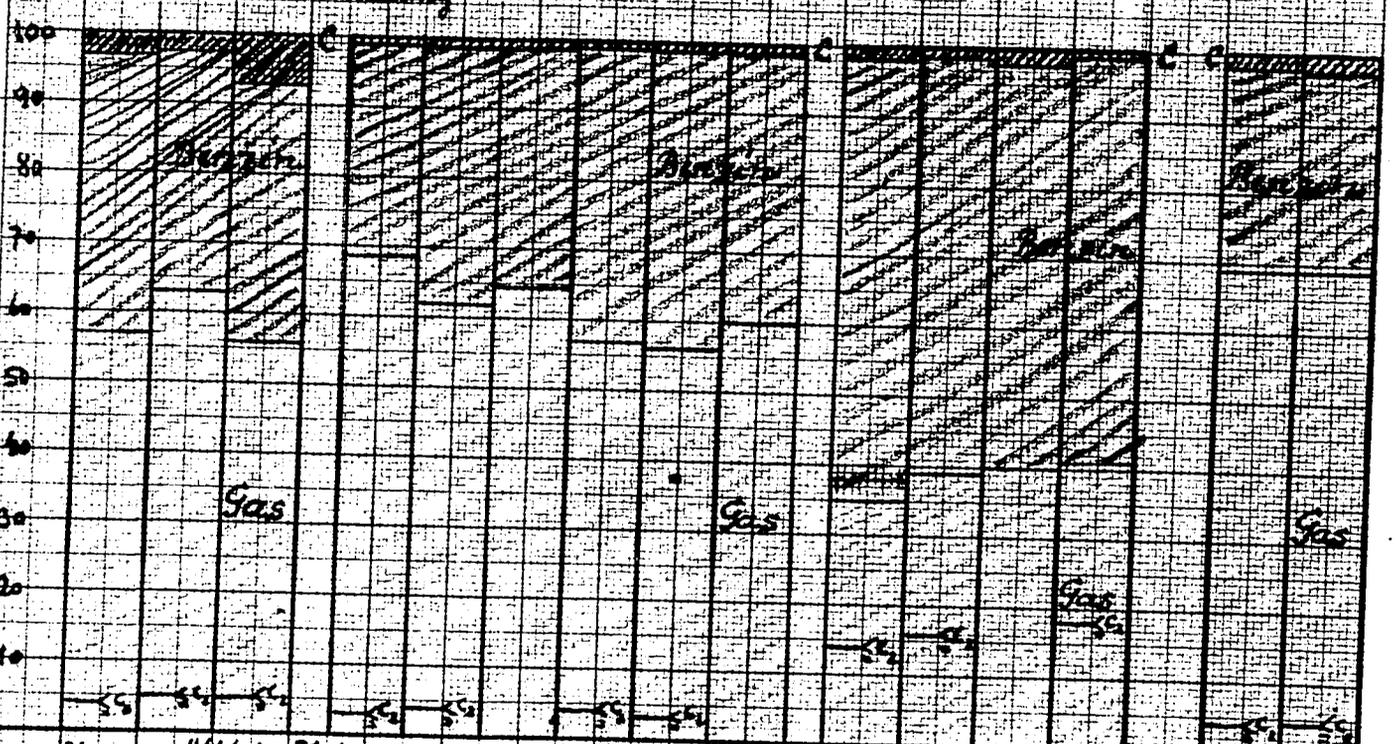
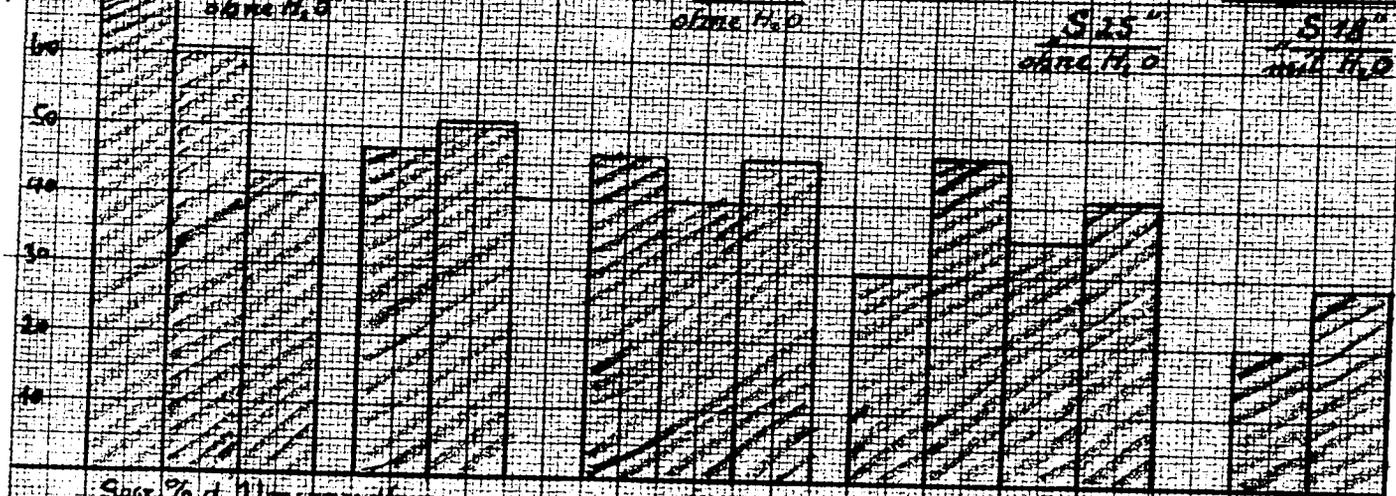
S 42" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 40" ohne H<sub>2</sub>O

S 42" ohne H<sub>2</sub>O

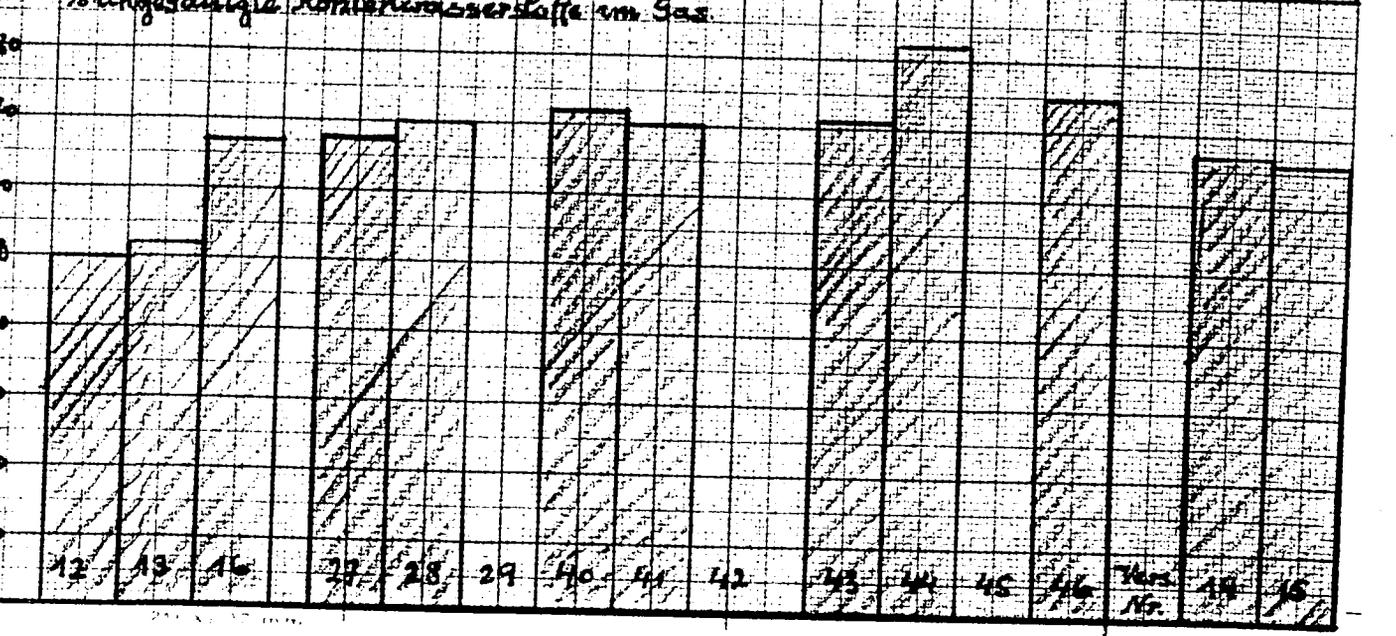
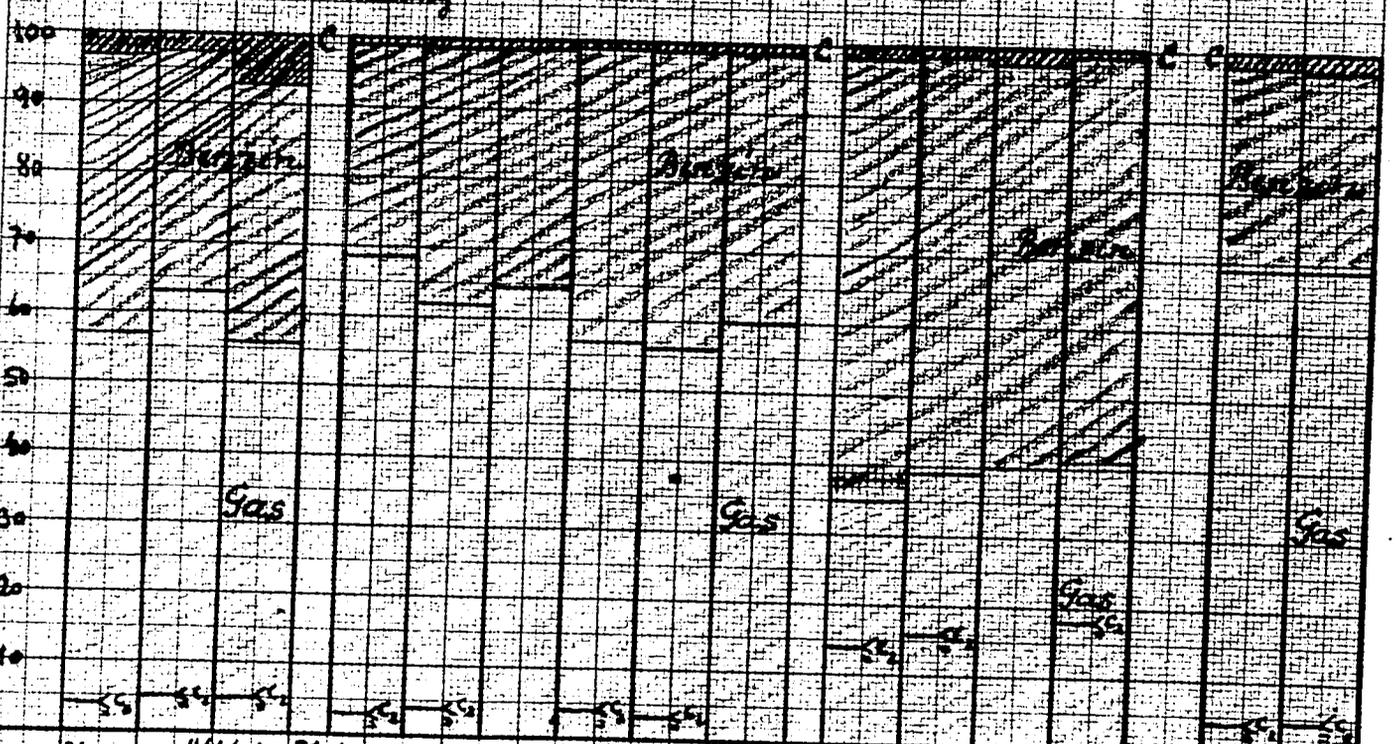
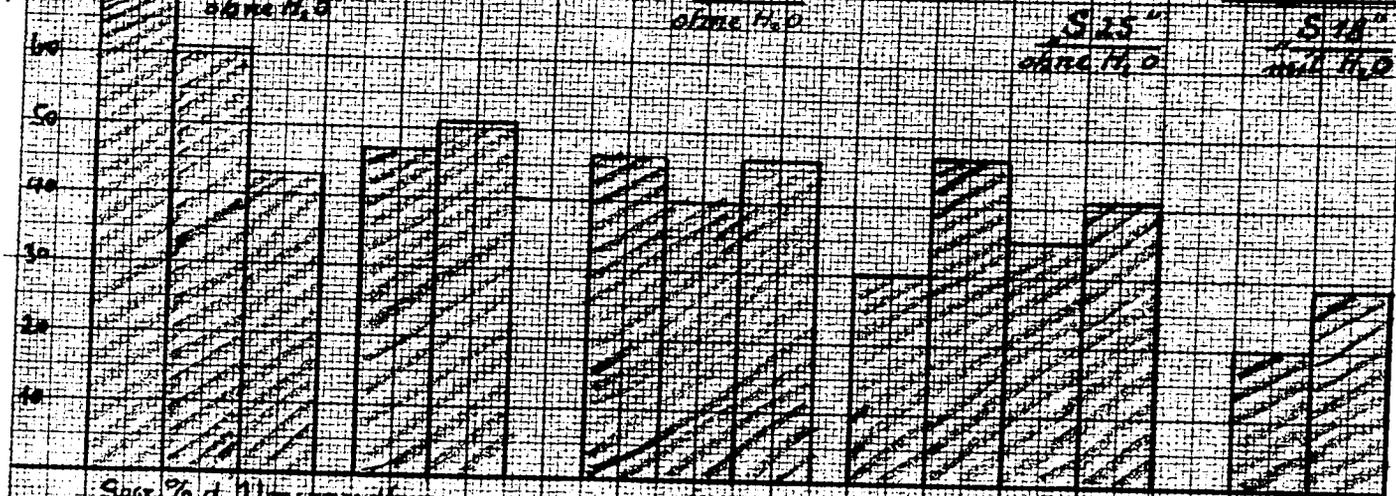
S 44" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 42" ohne H<sub>2</sub>O

S 44" ohne H<sub>2</sub>O

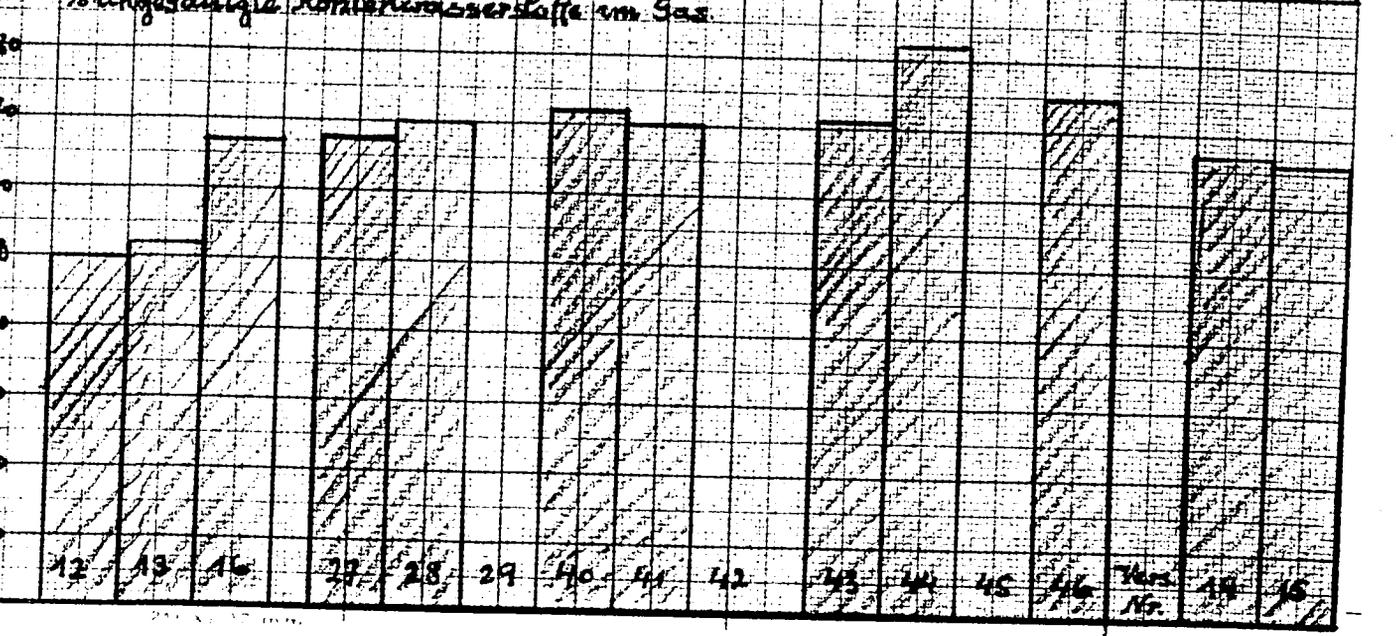
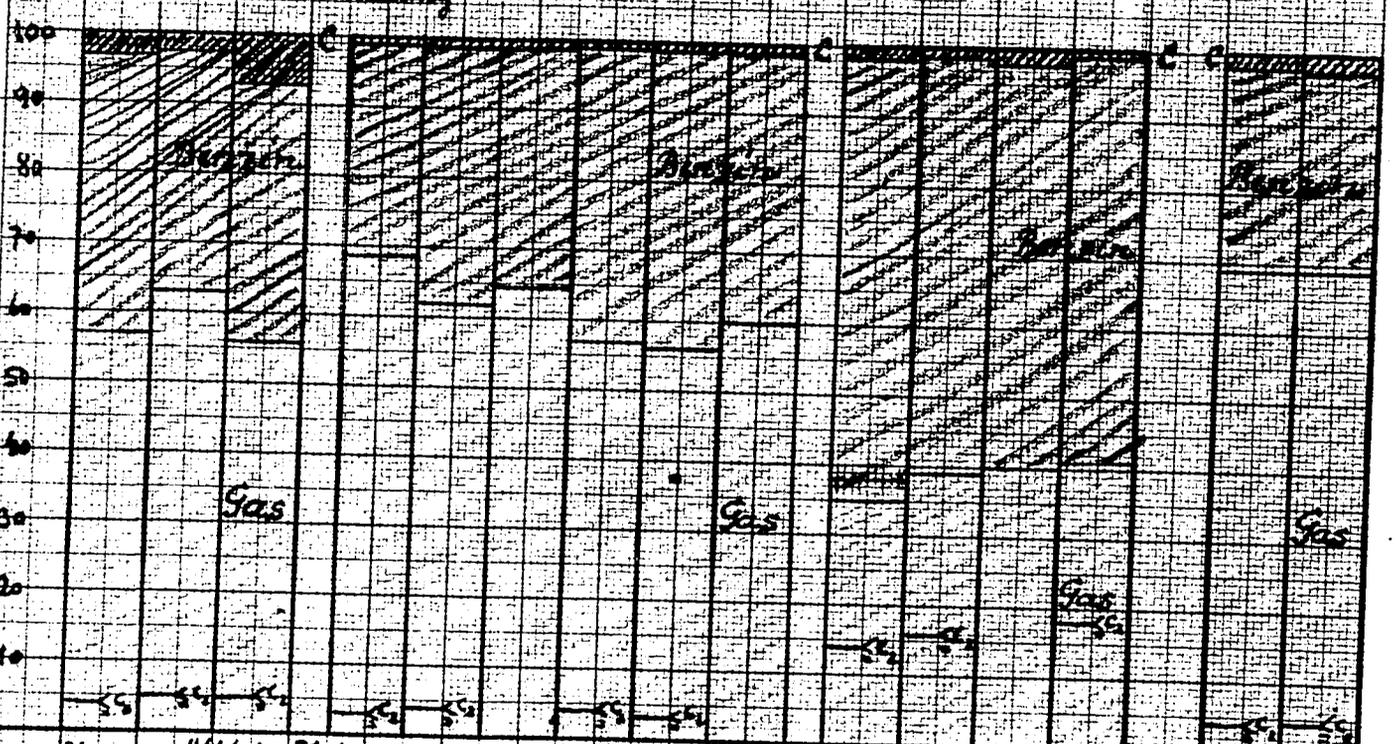
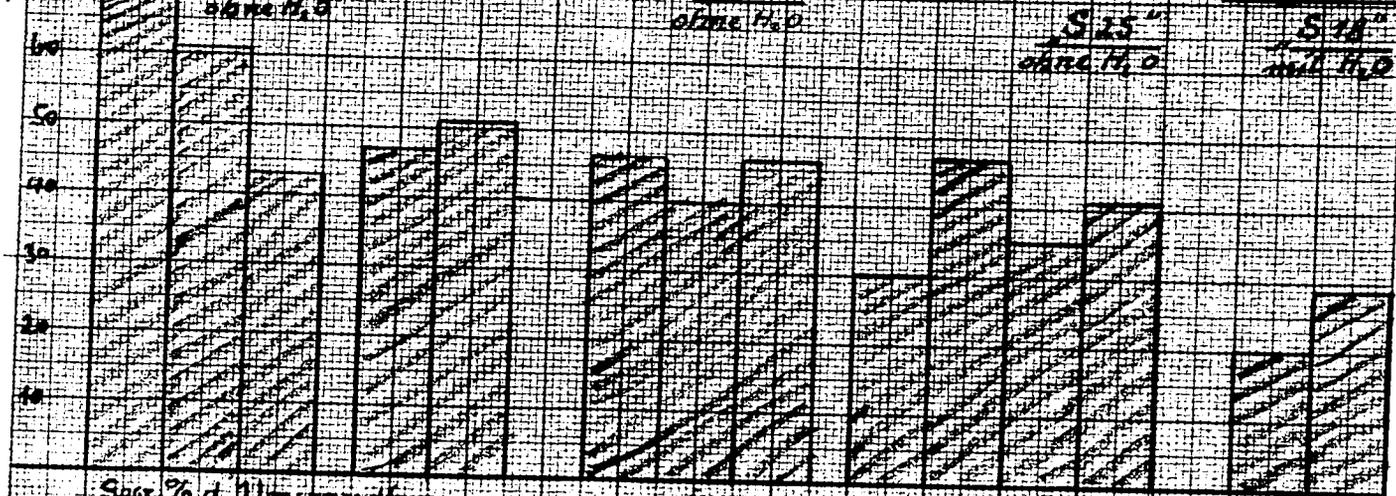
S 46" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 44" ohne H<sub>2</sub>O

S 46" ohne H<sub>2</sub>O

S 48" ohne H<sub>2</sub>O



Katalysator S 46" ohne H<sub>2</sub>O

S 48" ohne H<sub>2</sub>O

S 50" ohne H<sub>2</sub>O

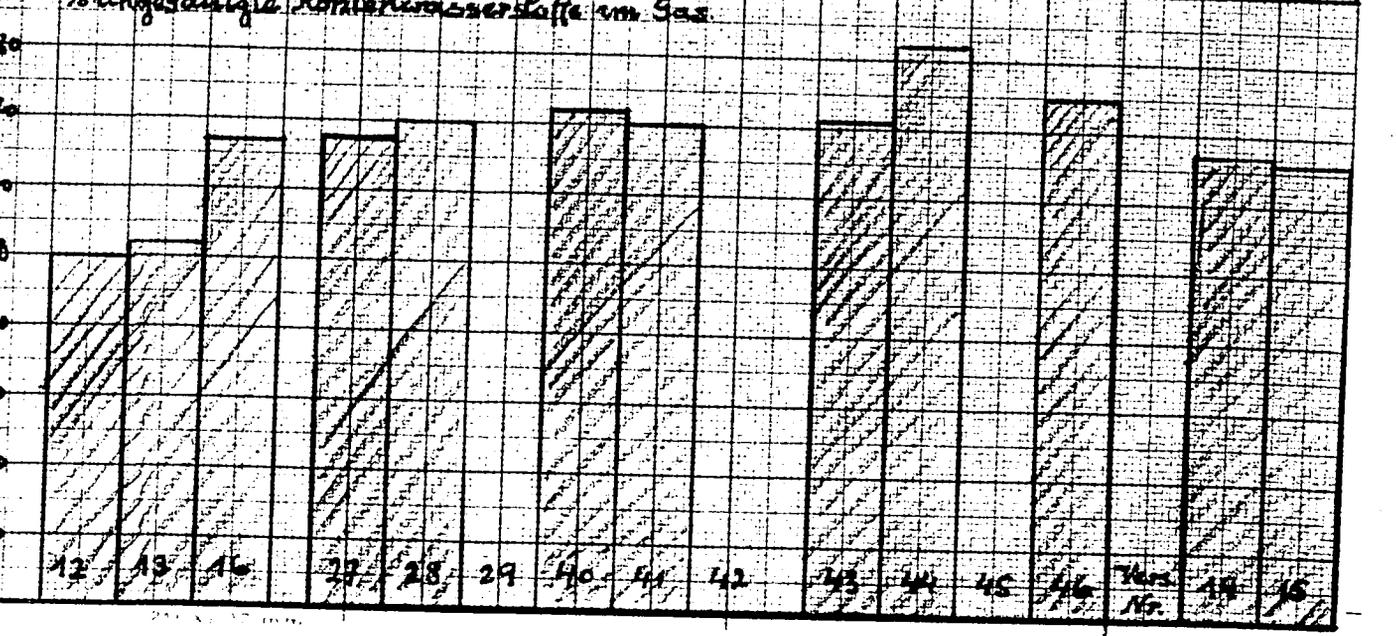
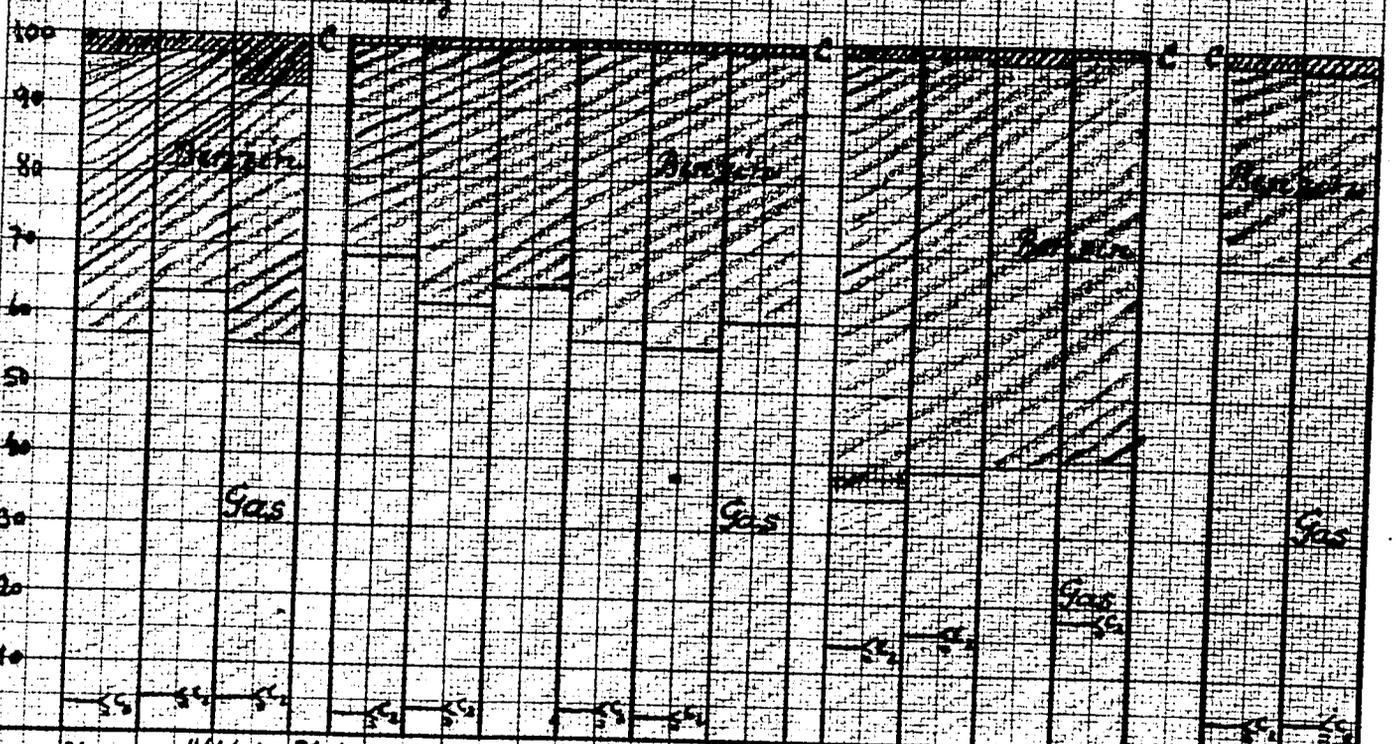
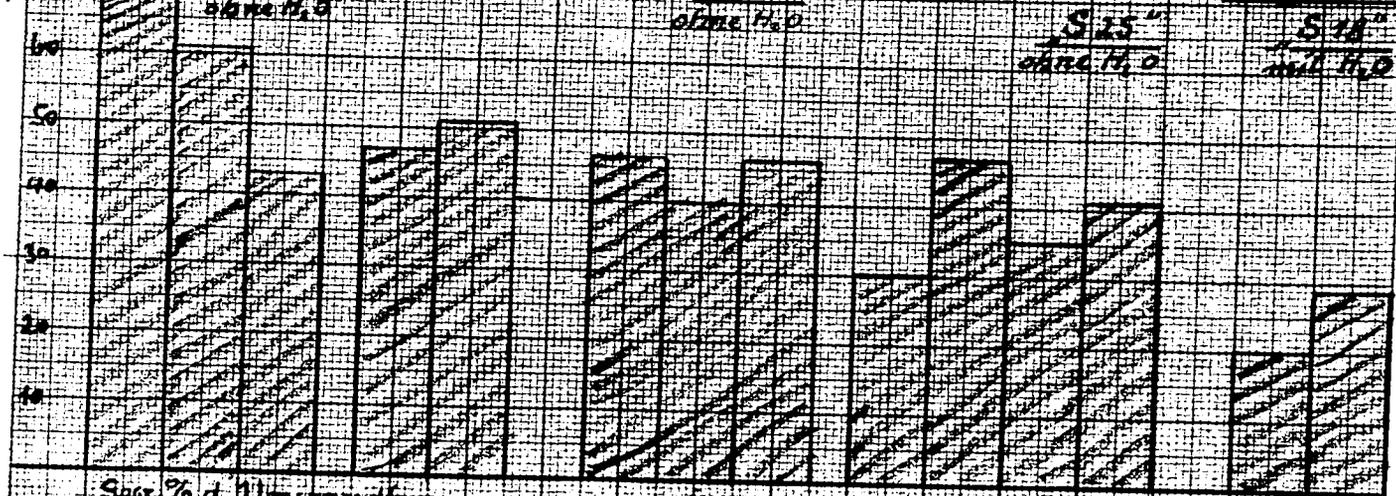
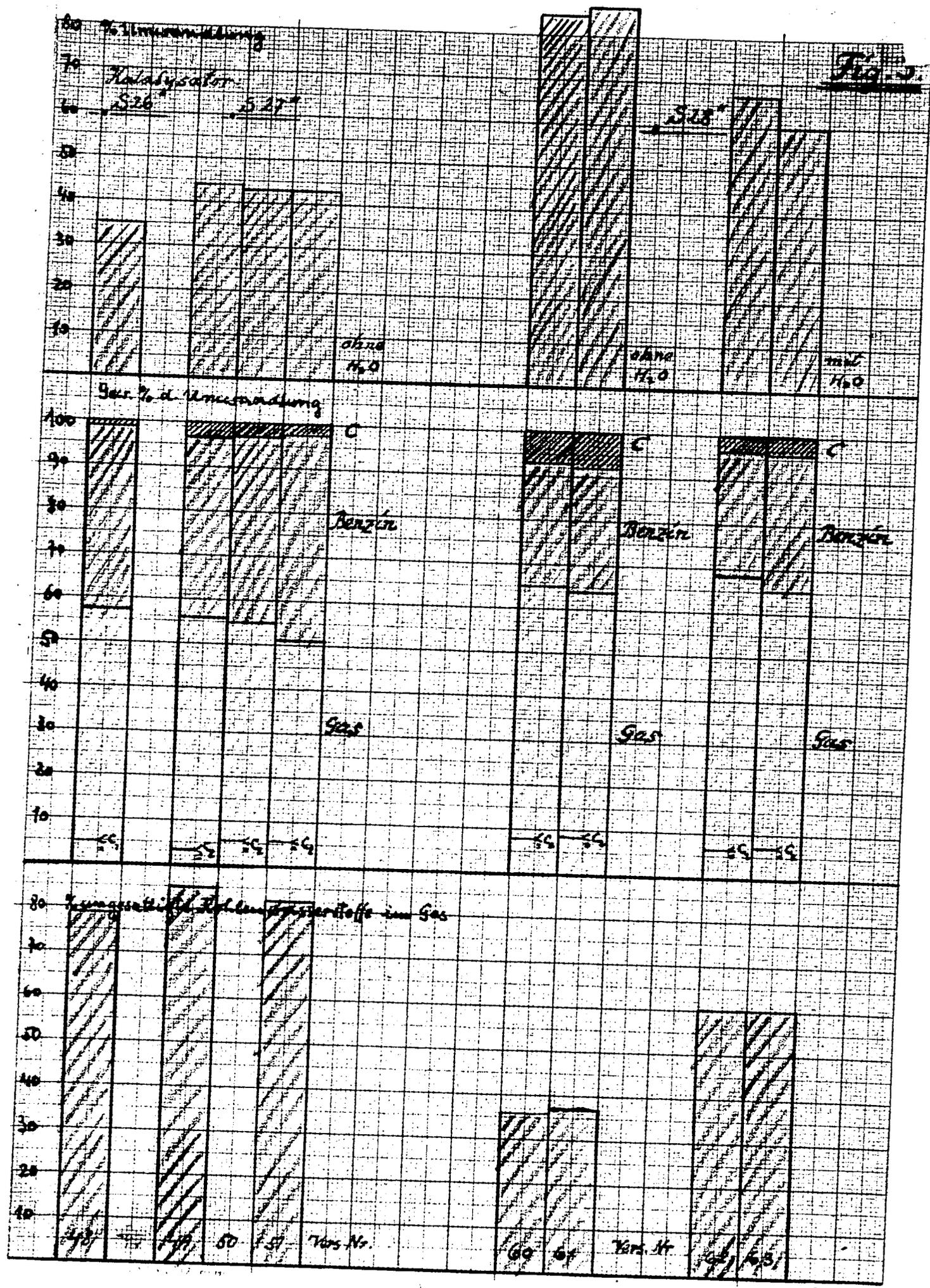




Fig. 2.



Katalysator: S 29" Aluminiumhydroxidat + CaO

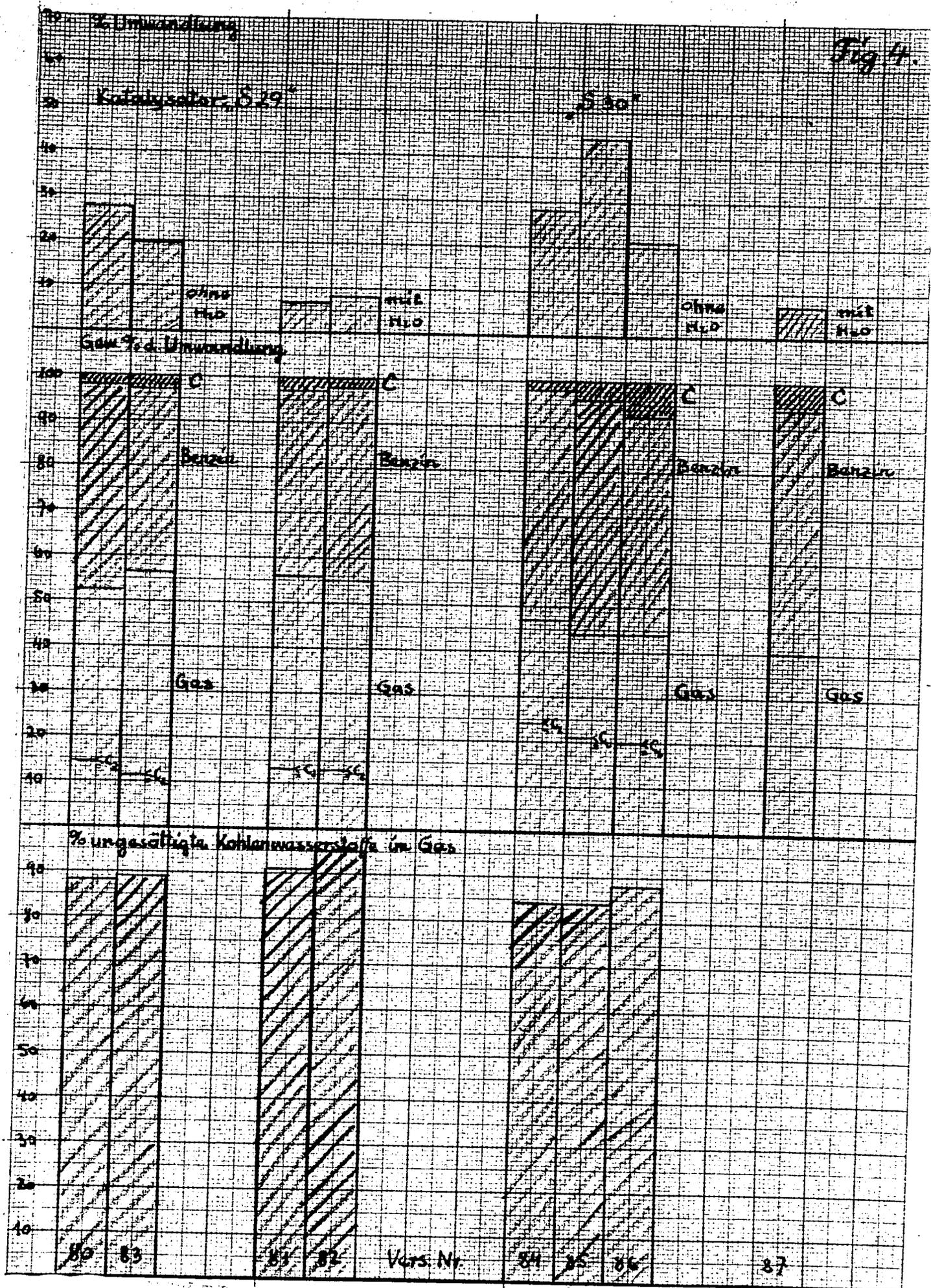
Tabelle 9.

33511A



Staf	Einsatz Vol. %		Endprodukt				Umwandlung	Gew. % d. Umwandlung										Benzin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Gän	H <sub>2</sub> O	End- gas	Kond- gas	Benz.	Öl		C	Verlust	Benzin					Gas					C <sub>2</sub>	C	C <sub>3</sub> <sup>+</sup> C <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C <sub>4</sub> <sup>+</sup> C <sub>4</sub> <sup>-</sup>	C <sub>5</sub> <sup>+</sup> C <sub>5</sub> <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> <sup>+</sup> C <sub>6</sub> <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> <sup>+</sup> C <sub>7</sub> <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> <sup>+</sup> C <sub>8</sub> <sup>-</sup>	C <sub>9</sub> <sup>+</sup> C <sub>9</sub> <sup>-</sup>	C <sub>10</sub> <sup>+</sup> C <sub>10</sub> <sup>-</sup>	C <sub>11</sub> <sup>+</sup> C <sub>11</sub> <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> <sup>+</sup> C <sub>12</sub> <sup>-</sup>	C <sub>13</sub> <sup>+</sup> C <sub>13</sub> <sup>-</sup>	C <sub>14</sub> <sup>+</sup> C <sub>14</sub> <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> <sup>+</sup> C <sub>15</sub> <sup>-</sup>	C <sub>16</sub> <sup>+</sup> C <sub>16</sub> <sup>-</sup>	C <sub>17</sub> <sup>+</sup> C <sub>17</sub> <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> <sup>+</sup> C <sub>18</sub> <sup>-</sup>	C <sub>19</sub> <sup>+</sup> C <sub>19</sub> <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> <sup>+</sup> C <sub>20</sub> <sup>-</sup>	C <sub>21</sub> <sup>+</sup> C <sub>21</sub> <sup>-</sup>	C <sub>22</sub> <sup>+</sup> C <sub>22</sub> <sup>-</sup>	C <sub>23</sub> <sup>+</sup> C <sub>23</sub> <sup>-</sup>	C <sub>24</sub> <sup>+</sup> C <sub>24</sub> <sup>-</sup>	C <sub>25</sub> <sup>+</sup> C <sub>25</sub> <sup>-</sup>	C <sub>26</sub> <sup>+</sup> C <sub>26</sub> <sup>-</sup>	C <sub>27</sub> <sup>+</sup> C <sub>27</sub> <sup>-</sup>	C <sub>28</sub> <sup>+</sup> C <sub>28</sub> <sup>-</sup>	C <sub>29</sub> <sup>+</sup> C <sub>29</sub> <sup>-</sup>	C <sub>30</sub> <sup>+</sup> C <sub>30</sub> <sup>-</sup>	C <sub>31</sub> <sup>+</sup> C <sub>31</sub> <sup>-</sup>	C <sub>32</sub> <sup>+</sup> C <sub>32</sub> <sup>-</sup>	C <sub>33</sub> <sup>+</sup> C <sub>33</sub> <sup>-</sup>	C <sub>34</sub> <sup>+</sup> C <sub>34</sub> <sup>-</sup>	C <sub>35</sub> <sup>+</sup> C <sub>35</sub> <sup>-</sup>	C <sub>36</sub> <sup>+</sup> C <sub>36</sub> <sup>-</sup>	C <sub>37</sub> <sup>+</sup> C <sub>37</sub> <sup>-</sup>	C <sub>38</sub> <sup>+</sup> C <sub>38</sub> <sup>-</sup>	C <sub>39</sub> <sup>+</sup> C <sub>39</sub> <sup>-</sup>	C <sub>40</sub> <sup>+</sup> C <sub>40</sub> <sup>-</sup>	C <sub>41</sub> <sup>+</sup> C <sub>41</sub> <sup>-</sup>	C <sub>42</sub> <sup>+</sup> C <sub>42</sub> <sup>-</sup>	C <sub>43</sub> <sup>+</sup> C <sub>43</sub> <sup>-</sup>	C <sub>44</sub> <sup>+</sup> C <sub>44</sub> <sup>-</sup>	C <sub>45</sub> <sup>+</sup> C <sub>45</sub> <sup>-</sup>	C <sub>46</sub> <sup>+</sup> C <sub>46</sub> <sup>-</sup>	C <sub>47</sub> <sup>+</sup> C <sub>47</sub> <sup>-</sup>	C <sub>48</sub> <sup>+</sup> C <sub>48</sub> <sup>-</sup>	C <sub>49</sub> <sup>+</sup> C <sub>49</sub> <sup>-</sup>	C <sub>50</sub> <sup>+</sup> C <sub>50</sub> <sup>-</sup>	C <sub>51</sub> <sup>+</sup> C <sub>51</sub> <sup>-</sup>	C <sub>52</sub> <sup>+</sup> C <sub>52</sub> <sup>-</sup>	C <sub>53</sub> <sup>+</sup> C <sub>53</sub> <sup>-</sup>	C <sub>54</sub> <sup>+</sup> C <sub>54</sub> <sup>-</sup>	C <sub>55</sub> <sup>+</sup> C <sub>55</sub> <sup>-</sup>	C <sub>56</sub> <sup>+</sup> C <sub>56</sub> <sup>-</sup>	C <sub>57</sub> <sup>+</sup> C <sub>57</sub> <sup>-</sup>	C <sub>58</sub> <sup>+</sup> C <sub>58</sub> <sup>-</sup>	C <sub>59</sub> <sup>+</sup> C <sub>59</sub> <sup>-</sup>	C <sub>60</sub> <sup>+</sup> C <sub>60</sub> <sup>-</sup>	C <sub>61</sub> <sup>+</sup> C <sub>61</sub> <sup>-</sup>	C <sub>62</sub> <sup>+</sup> C <sub>62</sub> <sup>-</sup>	C <sub>63</sub> <sup>+</sup> C <sub>63</sub> <sup>-</sup>	C <sub>64</sub> <sup>+</sup> C <sub>64</sub> <sup>-</sup>	C <sub>65</sub> <sup>+</sup> C <sub>65</sub> <sup>-</sup>	C <sub>66</sub> <sup>+</sup> C <sub>66</sub> <sup>-</sup>	C <sub>67</sub> <sup>+</sup> C <sub>67</sub> <sup>-</sup>	C <sub>68</sub> <sup>+</sup> C <sub>68</sub> <sup>-</sup>	C <sub>69</sub> <sup>+</sup> C <sub>69</sub> <sup>-</sup>	C <sub>70</sub> <sup>+</sup> C <sub>70</sub> <sup>-</sup>	C <sub>71</sub> <sup>+</sup> C <sub>71</sub> <sup>-</sup>	C <sub>72</sub> <sup>+</sup> C <sub>72</sub> <sup>-</sup>	C <sub>73</sub> <sup>+</sup> C <sub>73</sub> <sup>-</sup>	C <sub>74</sub> <sup>+</sup> C <sub>74</sub> <sup>-</sup>	C <sub>75</sub> <sup>+</sup> C <sub>75</sub> <sup>-</sup>	C <sub>76</sub> <sup>+</sup> C <sub>76</sub> <sup>-</sup>	C <sub>77</sub> <sup>+</sup> C <sub>77</sub> <sup>-</sup>	C <sub>78</sub> <sup>+</sup> C <sub>78</sub> <sup>-</sup>	C <sub>79</sub> <sup>+</sup> C <sub>79</sub> <sup>-</sup>	C <sub>80</sub> <sup>+</sup> C <sub>80</sub> <sup>-</sup>	C <sub>81</sub> <sup>+</sup> C <sub>81</sub> <sup>-</sup>	C <sub>82</sub> <sup>+</sup> C <sub>82</sub> <sup>-</sup>	C <sub>83</sub> <sup>+</sup> C <sub>83</sub> <sup>-</sup>	C <sub>84</sub> <sup>+</sup> C <sub>84</sub> <sup>-</sup>	C <sub>85</sub> <sup>+</sup> C <sub>85</sub> <sup>-</sup>	C <sub>86</sub> <sup>+</sup> C <sub>86</sub> <sup>-</sup>	C <sub>87</sub> <sup>+</sup> C <sub>87</sub> <sup>-</sup>	C <sub>88</sub> <sup>+</sup> C <sub>88</sub> <sup>-</sup>	C <sub>89</sub> <sup>+</sup> C <sub>89</sub> <sup>-</sup>	C <sub>90</sub> <sup>+</sup> C <sub>90</sub> <sup>-</sup>	C <sub>91</sub> <sup>+</sup> C <sub>91</sub> <sup>-</sup>	C <sub>92</sub> <sup>+</sup> C <sub>92</sub> <sup>-</sup>	C <sub>93</sub> <sup>+</sup> C <sub>93</sub> <sup>-</sup>	C <sub>94</sub> <sup>+</sup> C <sub>94</sub> <sup>-</sup>	C <sub>95</sub> <sup>+</sup> C <sub>95</sub> <sup>-</sup>	C <sub>96</sub> <sup>+</sup> C <sub>96</sub> <sup>-</sup>	C <sub>97</sub> <sup>+</sup> C <sub>97</sub> <sup>-</sup>	C <sub>98</sub> <sup>+</sup> C <sub>98</sub> <sup>-</sup>	C <sub>99</sub> <sup>+</sup> C <sub>99</sub> <sup>-</sup>	C <sub>100</sub> <sup>+</sup> C <sub>100</sub> <sup>-</sup>	C <sub>101</sub> <sup>+</sup> C <sub>101</sub> <sup>-</sup>	C <sub>102</sub> <sup>+</sup> C <sub>102</sub> <sup>-</sup>	C <sub>103</sub> <sup>+</sup> C <sub>103</sub> <sup>-</sup>	C <sub>104</sub> <sup>+</sup> C <sub>104</sub> <sup>-</sup>	C <sub>105</sub> <sup>+</sup> C <sub>105</sub> <sup>-</sup>	C <sub>106</sub> <sup>+</sup> C <sub>106</sub> <sup>-</sup>	C <sub>107</sub> <sup>+</sup> C <sub>107</sub> <sup>-</sup>	C <sub>108</sub> <sup>+</sup> C <sub>108</sub> <sup>-</sup>	C <sub>109</sub> <sup>+</sup> C <sub>109</sub> <sup>-</sup>	C <sub>110</sub> <sup>+</sup> C <sub>110</sub> <sup>-</sup>	C <sub>111</sub> <sup>+</sup> C <sub>111</sub> <sup>-</sup>	C <sub>112</sub> <sup>+</sup> C <sub>112</sub> <sup>-</sup>	C <sub>113</sub> <sup>+</sup> C <sub>113</sub> <sup>-</sup>	C <sub>114</sub> <sup>+</sup> C <sub>114</sub> <sup>-</sup>	C <sub>115</sub> <sup>+</sup> C <sub>115</sub> <sup>-</sup>	C <sub>116</sub> <sup>+</sup> C <sub>116</sub> <sup>-</sup>	C <sub>117</sub> <sup>+</sup> C <sub>117</sub> <sup>-</sup>	C <sub>118</sub> <sup>+</sup> C <sub>118</sub> <sup>-</sup>	C <sub>119</sub> <sup>+</sup> C <sub>119</sub> <sup>-</sup>	C <sub>120</sub> <sup>+</sup> C <sub>120</sub> <sup>-</sup>	C <sub>121</sub> <sup>+</sup> C <sub>121</sub> <sup>-</sup>	C <sub>122</sub> <sup>+</sup> C <sub>122</sub> <sup>-</sup>	C <sub>123</sub> <sup>+</sup> C <sub>123</sub> <sup>-</sup>	C <sub>124</sub> <sup>+</sup> C <sub>124</sub> <sup>-</sup>	C <sub>125</sub> <sup>+</sup> C <sub>125</sub> <sup>-</sup>	C <sub>126</sub> <sup>+</sup> C <sub>126</sub> <sup>-</sup>	C <sub>127</sub> <sup>+</sup> C <sub>127</sub> <sup>-</sup>	C <sub>128</sub> <sup>+</sup> C <sub>128</sub> <sup>-</sup>	C <sub>129</sub> <sup>+</sup> C <sub>129</sub> <sup>-</sup>	C <sub>130</sub> <sup>+</sup> C <sub>130</sub> <sup>-</sup>	C <sub>131</sub> <sup>+</sup> C <sub>131</sub> <sup>-</sup>	C <sub>132</sub> <sup>+</sup> C <sub>132</sub> <sup>-</sup>	C <sub>133</sub> <sup>+</sup> C <sub>133</sub> <sup>-</sup>	C <sub>134</sub> <sup>+</sup> C <sub>134</sub> <sup>-</sup>	C <sub>135</sub> <sup>+</sup> C <sub>135</sub> <sup>-</sup>	C <sub>136</sub> <sup>+</sup> C <sub>136</sub> <sup>-</sup>	C <sub>137</sub> <sup>+</sup> C <sub>137</sub> <sup>-</sup>	C <sub>138</sub> <sup>+</sup> C <sub>138</sub> <sup>-</sup>	C <sub>139</sub> <sup>+</sup> C <sub>139</sub> <sup>-</sup>	C <sub>140</sub> <sup>+</sup> C <sub>140</sub> <sup>-</sup>	C <sub>141</sub> <sup>+</sup> C <sub>141</sub> <sup>-</sup>	C <sub>142</sub> <sup>+</sup> C <sub>142</sub> <sup>-</sup>	C <sub>143</sub> <sup>+</sup> C <sub>143</sub> <sup>-</sup>	C <sub>144</sub> <sup>+</sup> C <sub>144</sub> <sup>-</sup>	C <sub>145</sub> <sup>+</sup> C <sub>145</sub> <sup>-</sup>	C <sub>146</sub> <sup>+</sup> C <sub>146</sub> <sup>-</sup>	C <sub>147</sub> <sup>+</sup> C <sub>147</sub> <sup>-</sup>	C <sub>148</sub> <sup>+</sup> C <sub>148</sub> <sup>-</sup>	C <sub>149</sub> <sup>+</sup> C <sub>149</sub> <sup>-</sup>	C <sub>150</sub> <sup>+</sup> C <sub>150</sub> <sup>-</sup>	C <sub>151</sub> <sup>+</sup> C <sub>151</sub> <sup>-</sup>	C <sub>152</sub> <sup>+</sup> C <sub>152</sub> <sup>-</sup>	C <sub>153</sub> <sup>+</sup> C <sub>153</sub> <sup>-</sup>	C <sub>154</sub> <sup>+</sup> C <sub>154</sub> <sup>-</sup>	C <sub>155</sub> <sup>+</sup> C <sub>155</sub> <sup>-</sup>	C <sub>156</sub> <sup>+</sup> C <sub>156</sub> <sup>-</sup>	C <sub>157</sub> <sup>+</sup> C <sub>157</sub> <sup>-</sup>	C <sub>158</sub> <sup>+</sup> C <sub>158</sub> <sup>-</sup>	C <sub>159</sub> <sup>+</sup> C <sub>159</sub> <sup>-</sup>	C <sub>160</sub> <sup>+</sup> C <sub>160</sub> <sup>-</sup>	C <sub>161</sub> <sup>+</sup> C <sub>161</sub> <sup>-</sup>	C <sub>162</sub> <sup>+</sup> C <sub>162</sub> <sup>-</sup>	C <sub>163</sub> <sup>+</sup> C <sub>163</sub> <sup>-</sup>	C <sub>164</sub> <sup>+</sup> C <sub>164</sub> <sup>-</sup>	C <sub>165</sub> <sup>+</sup> C <sub>165</sub> <sup>-</sup>	C <sub>166</sub> <sup>+</sup> C <sub>166</sub> <sup>-</sup>	C <sub>167</sub> <sup>+</sup> C <sub>167</sub> <sup>-</sup>	C <sub>168</sub> <sup>+</sup> C <sub>168</sub> <sup>-</sup>	C <sub>169</sub> <sup>+</sup> C <sub>169</sub> <sup>-</sup>	C <sub>170</sub> <sup>+</sup> C <sub>170</sub> <sup>-</sup>	C <sub>171</sub> <sup>+</sup> C <sub>171</sub> <sup>-</sup>	C <sub>172</sub> <sup>+</sup> C <sub>172</sub> <sup>-</sup>	C <sub>173</sub> <sup>+</sup> C <sub>173</sub> <sup>-</sup>	C <sub>174</sub> <sup>+</sup> C <sub>174</sub> <sup>-</sup>	C <sub>175</sub> <sup>+</sup> C <sub>175</sub> <sup>-</sup>	C <sub>176</sub> <sup>+</sup> C <sub>176</sub> <sup>-</sup>	C <sub>177</sub> <sup>+</sup> C <sub>177</sub> <sup>-</sup>	C <sub>178</sub> <sup>+</sup> C <sub>178</sub> <sup>-</sup>	C <sub>179</sub> <sup>+</sup> C <sub>179</sub> <sup>-</sup>	C <sub>180</sub> <sup>+</sup> C <sub>180</sub> <sup>-</sup>	C <sub>181</sub> <sup>+</sup> C <sub>181</sub> <sup>-</sup>	C <sub>182</sub> <sup>+</sup> C <sub>182</sub> <sup>-</sup>	C <sub>183</sub> <sup>+</sup> C <sub>183</sub> <sup>-</sup>	C <sub>184</sub> <sup>+</sup> C <sub>184</sub> <sup>-</sup>	C <sub>185</sub> <sup>+</sup> C <sub>185</sub> <sup>-</sup>	C <sub>186</sub> <sup>+</sup> C <sub>186</sub> <sup>-</sup>	C <sub>187</sub> <sup>+</sup> C <sub>187</sub> <sup>-</sup>	C <sub>188</sub> <sup>+</sup> C <sub>188</sub> <sup>-</sup>	C <sub>189</sub> <sup>+</sup> C <sub>189</sub> <sup>-</sup>	C <sub>190</sub> <sup>+</sup> C <sub>190</sub> <sup>-</sup>	C <sub>191</sub> <sup>+</sup> C <sub>191</sub> <sup>-</sup>	C <sub>192</sub> <sup>+</sup> C <sub>192</sub> <sup>-</sup>	C <sub>193</sub> <sup>+</sup> C <sub>193</sub> <sup>-</sup>	C <sub>194</sub> <sup>+</sup> C <sub>194</sub> <sup>-</sup>	C <sub>195</sub> <sup>+</sup> C <sub>195</sub> <sup>-</sup>	C <sub>196</sub> <sup>+</sup> C <sub>196</sub> <sup>-</sup>	C <sub>197</sub> <sup>+</sup> C <sub>197</sub> <sup>-</sup>	C <sub>198</sub> <sup>+</sup> C <sub>198</sub> <sup>-</sup>	C <sub>199</sub> <sup>+</sup> C <sub>199</sub> <sup>-</sup>	C <sub>200</sub> <sup>+</sup> C <sub>200</sub> <sup>-</sup>	C <sub>201</sub> <sup>+</sup> C <sub>201</sub> <sup>-</sup>	C <sub>202</sub> <sup>+</sup> C <sub>202</sub> <sup>-</sup>	C <sub>203</sub> <sup>+</sup> C <sub>203</sub> <sup>-</sup>	C <sub>204</sub> <sup>+</sup> C <sub>204</sub> <sup>-</sup>	C <sub>205</sub> <sup>+</sup> C <sub>205</sub> <sup>-</sup>	C <sub>206</sub> <sup>+</sup> C <sub>206</sub> <sup>-</sup>	C <sub>207</sub> <sup>+</sup> C <sub>207</sub> <sup>-</sup>	C <sub>208</sub> <sup>+</sup> C <sub>208</sub> <sup>-</sup>	C <sub>209</sub> <sup>+</sup> C <sub>209</sub> <sup>-</sup>	C <sub>210</sub> <sup>+</sup> C <sub>210</sub> <sup>-</sup>	C <sub>211</sub> <sup>+</sup> C <sub>211</sub> <sup>-</sup>	C <sub>212</sub> <sup>+</sup> C <sub>212</sub> <sup>-</sup>	C <sub>213</sub> <sup>+</sup> C <sub>213</sub> <sup>-</sup>	C <sub>214</sub> <sup>+</sup> C <sub>214</sub> <sup>-</sup>	C <sub>215</sub> <sup>+</sup> C <sub>215</sub> <sup>-</sup>	C <sub>216</sub> <sup>+</sup> C <sub>216</sub> <sup>-</sup>	C <sub>217</sub> <sup>+</sup> C <sub>217</sub> <sup>-</sup>	C <sub>218</sub> <sup>+</sup> C <sub>218</sub> <sup>-</sup>	C <sub>219</sub> <sup>+</sup> C <sub>219</sub> <sup>-</sup>	C <sub>220</sub> <sup>+</sup> C <sub>220</sub> <sup>-</sup>	C <sub>221</sub> <sup>+</sup> C <sub>221</sub> <sup>-</sup>	C <sub>222</sub> <sup>+</sup> C <sub>222</sub> <sup>-</sup>	C <sub>223</sub> <sup>+</sup> C <sub>223</sub> <sup>-</sup>	C <sub>224</sub> <sup>+</sup> C <sub>224</sub> <sup>-</sup>	C <sub>225</sub> <sup>+</sup> C <sub>225</sub> <sup>-</sup>	C <sub>226</sub> <sup>+</sup> C <sub>226</sub> <sup>-</sup>	C <sub>227</sub> <sup>+</sup> C <sub>227</sub> <sup>-</sup>	C <sub>228</sub> <sup>+</sup> C <sub>228</sub> <sup>-</sup>	C <sub>229</sub> <sup>+</sup> C <sub>229</sub> <sup>-</sup>	C <sub>230</sub> <sup>+</sup> C <sub>230</sub> <sup>-</sup>	C <sub>231</sub> <sup>+</sup> C <sub>231</sub> <sup>-</sup>	C <sub>232</sub> <sup>+</sup> C <sub>232</sub> <sup>-</sup>	C <sub>233</sub> <sup>+</sup> C <sub>233</sub> <sup>-</sup>	C <sub>234</sub> <sup>+</sup> C <sub>234</sub> <sup>-</sup>	C <sub>235</sub> <sup>+</sup> C <sub>235</sub> <sup>-</sup>	C <sub>236</sub> <sup>+</sup> C <sub>236</sub> <sup>-</sup>	C <sub>237</sub> <sup>+</sup> C <sub>237</sub> <sup>-</sup>	C <sub>238</sub> <sup>+</sup> C <sub>238</sub> <sup>-</sup>	C <sub>239</sub> <sup>+</sup> C <sub>239</sub> <sup>-</sup>	C <sub>240</sub> <sup>+</sup> C <sub>240</sub> <sup>-</sup>	C <sub>241</sub> <sup>+</sup> C <sub>241</sub> <sup>-</sup>	C <sub>242</sub> <sup>+</sup> C <sub>242</sub> <sup>-</sup>	C <sub>243</sub> <sup>+</sup> C <sub>243</sub> <sup>-</sup>	C <sub>244</sub> <sup>+</sup> C <sub>244</sub> <sup>-</sup>	C <sub>245</sub> <sup>+</sup> C <sub>245</sub> <sup>-</sup>	C <sub>246</sub> <sup>+</sup> C <sub>246</sub> <sup>-</sup>	C <sub>247</sub> <sup>+</sup> C <sub>247</sub> <sup>-</sup>	C <sub>248</sub> <sup>+</sup> C <sub>248</sub> <sup>-</sup>	C <sub>249</sub> <sup>+</sup> C <sub>249</sub> <sup>-</sup>	C <sub>250</sub> <sup>+</sup> C <sub>250</sub> <sup>-</sup>	C <sub>251</sub> <sup>+</sup> C <sub>251</sub> <sup>-</sup>	C <sub>252</sub> <sup>+</sup> C <sub>252</sub> <sup>-</sup>	C <sub>253</sub> <sup>+</sup> C <sub>253</sub> <sup>-</sup>	C <sub>254</sub> <sup>+</sup> C <sub>254</sub> <sup>-</sup>	C <sub>255</sub> <sup>+</sup> C <sub>255</sub> <sup>-</sup>	C <sub>256</sub> <sup>+</sup> C <sub>256</sub> <sup>-</sup>	C <sub>257</sub> <sup>+</sup> C <sub>257</sub> <sup>-</sup>	C <sub>258</sub> <sup>+</sup> C <sub>258</sub> <sup>-</sup>	C <sub>259</sub> <sup>+</sup> C <sub>259</sub> <sup>-</sup>	C <sub>260</sub> <sup>+</sup> C <sub>260</sub> <sup>-</sup>	C <sub>261</sub> <sup>+</sup> C <sub>261</sub> <sup>-</sup>	C <sub>262</sub> <sup>+</sup> C <sub>262</sub> <sup>-</sup>	C <sub>263</sub> <sup>+</sup> C <sub>263</sub> <sup>-</sup>	C <sub>264</sub> <sup>+</sup> C <sub>264</sub> <sup>-</sup>	C <sub>265</sub> <sup>+</sup> C <sub>265</sub> <sup>-</sup>	C <sub>266</sub> <sup>+</sup> C <sub>266</sub> <sup>-</sup>	C <sub>267</sub> <sup>+</sup> C <sub>267</sub> <sup>-</sup>	C <sub>268</sub> <sup>+</sup> C <sub>268</sub> <sup>-</sup>	C <sub>269</sub> <sup>+</sup> C <sub>269</sub> <sup>-</sup>	C <sub>270</sub> <sup>+</sup> C <sub>270</sub> <sup>-</sup>	C <sub>271</sub> <sup>+</sup> C <sub>271</sub> <sup>-</sup>	C <sub>272</sub> <sup>+</sup> C <sub>272</sub> <sup>-</sup>	C <sub>273</sub> <sup>+</sup> C <sub>273</sub> <sup>-</sup>	C <sub>274</sub> <sup>+</sup> C <sub>274</sub> <sup>-</sup>	C <sub>275</sub> <sup>+</sup> C <sub>275</sub> <sup>-</sup>	C <sub>276</sub> <sup>+</sup> C <sub>276</sub> <sup>-</sup>	C <sub>277</sub> <sup>+</sup> C <sub>277</sub> <sup>-</sup>	C <sub>278</sub> <sup>+</sup> C <sub>278</sub> <sup>-</sup>	C <sub>279</sub> <sup>+</sup> C <sub>279</sub> <sup>-</sup>	C <sub>280</sub> <sup>+</sup> C <sub>280</sub> <sup>-</sup>	C <sub>281</sub> <sup>+</sup> C <sub>281</sub> <sup>-</sup>	C <sub>282</sub> <sup>+</sup> C <sub>282</sub> <sup>-</sup>	C <sub>283</sub> <sup>+</sup> C <sub>283</sub> <sup>-</sup>	C <sub>284</sub> <sup>+</sup> C <sub>284</sub> <sup>-</sup>	C <sub>285</sub> <sup>+</sup> C <sub>285</sub> <sup>-</sup>	C <sub>286</sub> <sup>+</sup> C <sub>286</sub> <sup>-</sup>	C <sub>287</sub> <sup>+</sup> C <sub>287</sub> <sup>-</sup>	C <sub>288</sub> <sup>+</sup> C <sub>288</sub> <sup>-</sup>	C <sub>289</sub> <sup>+</sup> C <sub>289</sub> <sup>-</sup>	C <sub>290</sub> <sup>+</sup> C <sub>290</sub> <sup>-</sup>	C <sub>291</sub> <sup>+</sup> C <sub>291</sub> <sup>-</sup>	C <sub>292</sub> <sup>+</sup> C <sub>292</sub> <sup>-</sup>	C <sub>293</sub> <sup>+</sup> C <sub>293</sub> <sup>-</sup>	C <sub>294</sub> <sup>+</sup> C <sub>294</sub> <sup>-</sup>	C <sub>295</sub> <sup>+</sup> C <sub>295</sub> <sup>-</sup>	C <sub>296</sub> <sup>+</sup> C <sub>296</sub> <sup>-</sup>	C <sub>297</sub> <sup>+</sup> C <sub>297</sub> <sup>-</sup>	C <sub>298</sub> <sup>+</sup> C <sub>298</sub> <sup>-</sup>	C <sub>299</sub> <sup>+</sup> C <sub>299</sub> <sup>-</sup>	C <sub>300</sub> <sup>+</sup> C <sub>300</sub> <sup>-</sup>	C <sub>301</sub> <sup>+</sup> C <sub>301</sub> <sup>-</sup>	C <sub>302</sub> <sup>+</sup> C <sub>302</sub> <sup>-</sup>	C <sub>303</sub> <sup>+</sup> C <sub>303</sub> <sup>-</sup>	C <sub>304</sub> <sup>+</sup> C <sub>304</sub> <sup>-</sup>	C <sub>305</sub> <sup>+</sup> C <sub>305</sub> <sup>-</sup>	C <sub>3</sub>

Fig. 4.



Katalysator 829°

530°

ohne H<sub>2</sub>O

mit H<sub>2</sub>O

ohne H<sub>2</sub>O

mit H<sub>2</sub>O

% Gas

Benzol

Benzol

Benzol

Benzol

Gas

Gas

Gas

Gas

% ungesättigte Kohlenwasserstoffe im Gas

80 83

81 82

84 85 86

87

Vers. Nr.

Katalysator: Granusil  
roh.

Tabelle 11.

ANALYSE

Stoff	Einsatz Vol%		Endprodukt					Gew% d. Umwandlung											Benzol								
	Alan	H <sub>2</sub> O	End- gas	Kond. gas	Benz. gas	Öl	C	Benzol						Gas					C <sub>3+4</sub> C <sub>3+4</sub>	C <sub>4</sub> C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub> C <sub>5</sub>	J.Z.	n <sub>D</sub> <sup>20</sup> o	1			
								Σ	1C <sub>1</sub>	2C <sub>1</sub>	iC <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	nC <sub>2</sub>	iC <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>							ΣC <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	C
102	50	-	6.6	31.4	36.3	17.4	2.1	6.2	81.4	47.6	49.7	3.7	5.5	5.6	15.3	1.3	4.8	5.1	8.2	0.3	2.7	73	71	75	83	742	410
104	50	-	7.4	32.0	23.1	30.9	2.2	4.4	67.7	35.8	60.8	4.6	7.3	6.9	17.6	3.0	5.6	6.0	9.7	0.2	3.4	71	69	75	.	.	.
103	25	12	7.4	24.9	20.2	39.8	1.5	6.2	57.5	37.4	60.0	6.3	5.4	7.5	19.3	1.9	4.8	5.3	9.2	0.4	2.6	76	74	78	143	741	411
105	25	12	8.0	24.7	23.4	38.0	1.0	4.9	60.0	40.9	57.3	4.3	7.5	7.1	18.8	1.2	3.2	4.1	10.9	0.3	1.8	82	81	82	118	735	732

calc. 500°

147	50	-	4.9	31.0	31.7	25.5	2.3	4.6	73.3	45.3	51.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	70	70	72	107	724	424	
151	50	-	3.8	27.8	24.7	37.5	1.3	4.9	60.6	42.7	55.0	3.9	7.7	7.3	15.3	2.1	6.6	5.9	6.1	0.1	2.3	70	69	72	173	682	401
153	50	-	2.8	29.7	27.2	33.3	1.8	5.2	64.8	44.1	52.9	4.5	7.6	7.5	16.8	2.5	6.1	5.3	3.5	0.2	3.0	72	69	75	131	706	412
148	25	12.5	1.8	16.5	32.4	45.0	0.8	3.5	53.4	63.0	35.6	3.8	5.1	5.4	11.6	1.1	2.8	2.4	3.3	0.2	1.4	80	79	83	209	683	402
149	25	12.5	2.3	18.9	30.2	44.7	0.5	3.4	53.7	58.3	40.8	3.6	5.8	5.7	14.2	1.4	3.4	3.1	3.4	0.2	0.9	79	76	82	201	690	409

calc. 700°

202 <sub>40</sub>	50	-	41.5	23.3	24.3	23.9	4.0	13.0	72.5	38.5	55.0	4.1	7.7	6.9	15.3	1.2	2.8	3.0	12.5	1.4	6.5	83	82	84	166	732	428
203 <sub>40</sub>	50	-	8.3	30.2	32.9	24.3	3.9	0.4	75.7	43.7	51.1	12.1	7.5	7.5	14.6	4.9	3.9	3.9	7.3	0.9	5.2	79	80	79	164	730	427
1/41	25	12.5	5.8	25.3	30.6	35.9	0.9	1.3	63.6	49.0	49.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.5	.	.	.	176	738	435
2/41	25	12.5	7.8	30.4	35.0	24.3	2.1	0.4	73.6	45.0	52.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	.	187	742	432

Fig. 5.



Katalysator: K.C.-Kontakt (Granusil-BPO<sub>4</sub>-Co)  
 ref.

Tabella 12.

336116

111612

Stf	Einsätze		Endprodukte				Verlust	Gew. % d. Umwandlung										Benzin								
	Calan	H <sub>2</sub> O	End gas	Kmd. gas	Benzin	Öl		C	Benz.					Gas					C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>					
									Σ	1C <sub>1</sub>	2C <sub>1</sub>	iC <sub>2</sub>	iC <sub>3</sub>	nC <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	iC <sub>5</sub>	ΣC <sub>6</sub>	ΣC <sub>7</sub>				ΣC <sub>8</sub>	H <sub>2</sub>	C		
90	50	-	6.1	17.8	24.4	40.4	2.4	8.9	55.7	48.1	3.8	6.6	5.3	11.8	2.0	3.6	3.3	9.2	1.6	4.7	76	74	78	175	718	421
94	48	-	4.7	24.8	26.3	41.3	2.4	0.5	58.4	45.1	4.6	7.6	6.6	13.7	2.1	4.8	4.7	5.9	0.7	4.1	74	73	75	149	729	421
96	50	-	4.5	21.5	24.9	43.4	1.3	4.4	54.6	47.8	7.5	8.0	4.7	14.8	0.9	1.9	2.8	8.7	0.3	2.5	86	88	84	169	743	428
91	20	20	2.8	14.9	19.7	61.8	1.1	2.7	36.4	57.9	4.8	6.8	5.4	13.2	1.3	3.4	1.9	4.2	0.7	3.3	82	78	87	105	748	420
95	26	41.6	6.5	17.4	17.5	56.6	1.7	-	43.4	40.3	4.7	6.8	7.3	16.9	1.3	4.7	3.3	9.6	0.1	3.9	79	76	84	187	728	421

calc. 500°

150	50	-	3.7	19.1	28.0	47.5	1.7	-	52.5	53.4	3.2	2.3	6.9	13.6	5.3	4.1	2.9	4.7	0.6	3.0	68	57	82	188	694	411
154	50	-	2.6	19.5	22.6	45.6	0.9	8.8	50.0	49.6	5.0	6.2	7.0	13.8	2.8	4.3	4.2	4.6	0.4	2.0	74	72	77	207	688	403
152	25	12.5	1.2	14.3	13.9	69.2	0.9	0.5	30.5	45.9	5.4	7.4	7.7	16.7	1.2	4.4	4.2	3.2	0.5	2.9	79	78	80	146	671	389

Katalysator: Tonsil A (Tonsil geförmt, calc 700°)

Tabella 13.

141	50	-	9.0	15.9	25.4	44.9	2.8	2.0	54.2	48.0	4.0	5.8	5.4	12.1	1.6	2.3	3.3	11.4	1.1	5.1	79	80	78	173	728	426
142	25	12.5	4.0	10.3	14.9	62.8	1.2	6.8	32.6	49.1	4.6	7.0	5.9	12.9	1.1	2.1	3.5	8.7	1.3	3.7	82	85	79	171	735	428

Katalysator: Tonsil C (Tonsil + BPO<sub>4</sub> geförmt, calc. 500°)

Tabella 14.

144	75	-	3.7	13.6	34.5	43.4	2.1	2.7	55.4	64.0	4.0	4.3	3.5	9.1	0.8	1.9	2.2	6.3	0.4	3.8	81	81	81	109	715	427
145	26.5	12.5	7.0	16.8	26.9	47.5	1.8	-	52.5	57.2	4.0	5.5	5.5	13.3	1.1	1.5	2.1	11.2	0.8	3.5	84	84	87	99	748	411



000117

Fig. 7.

000119

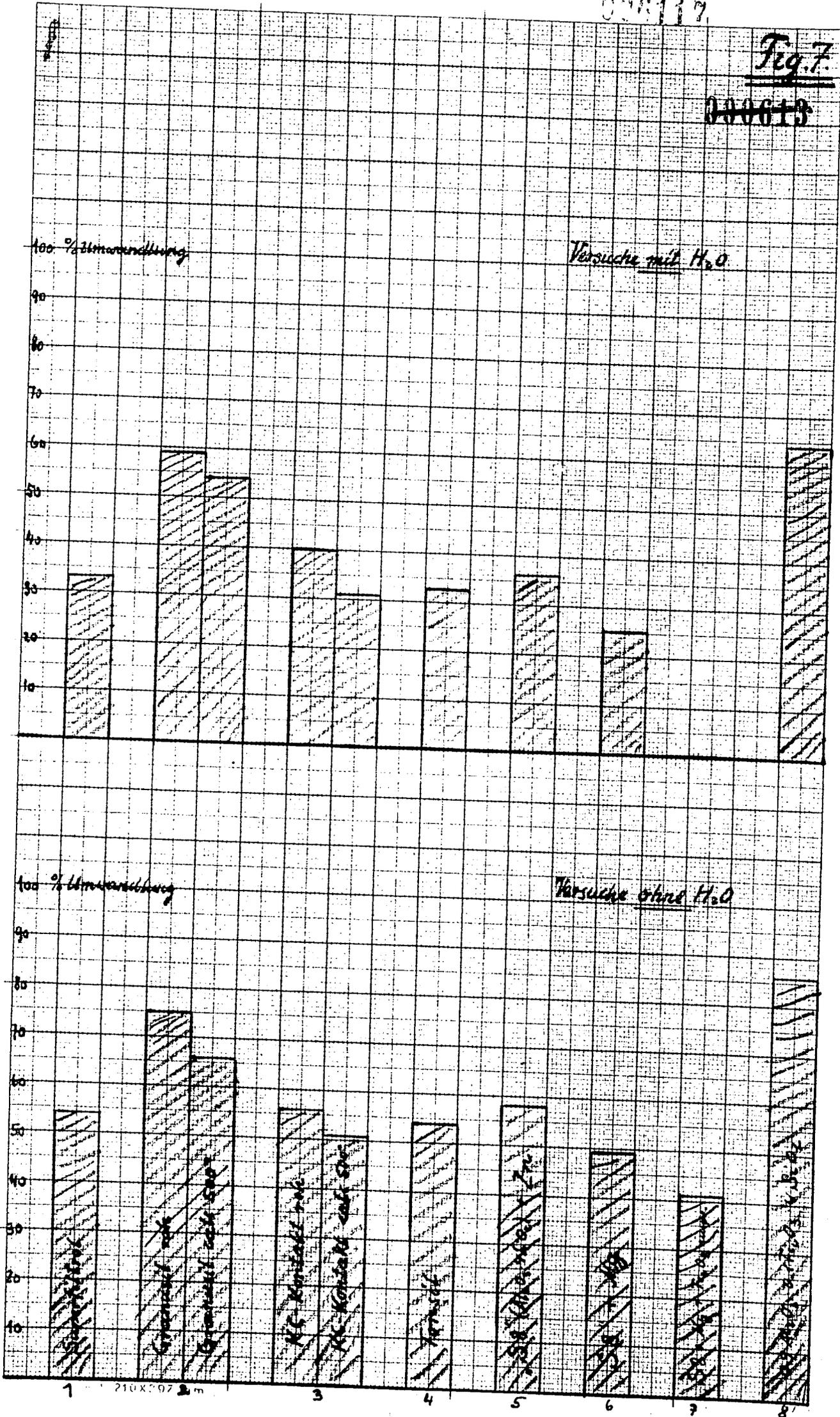


Fig. 8.

00014

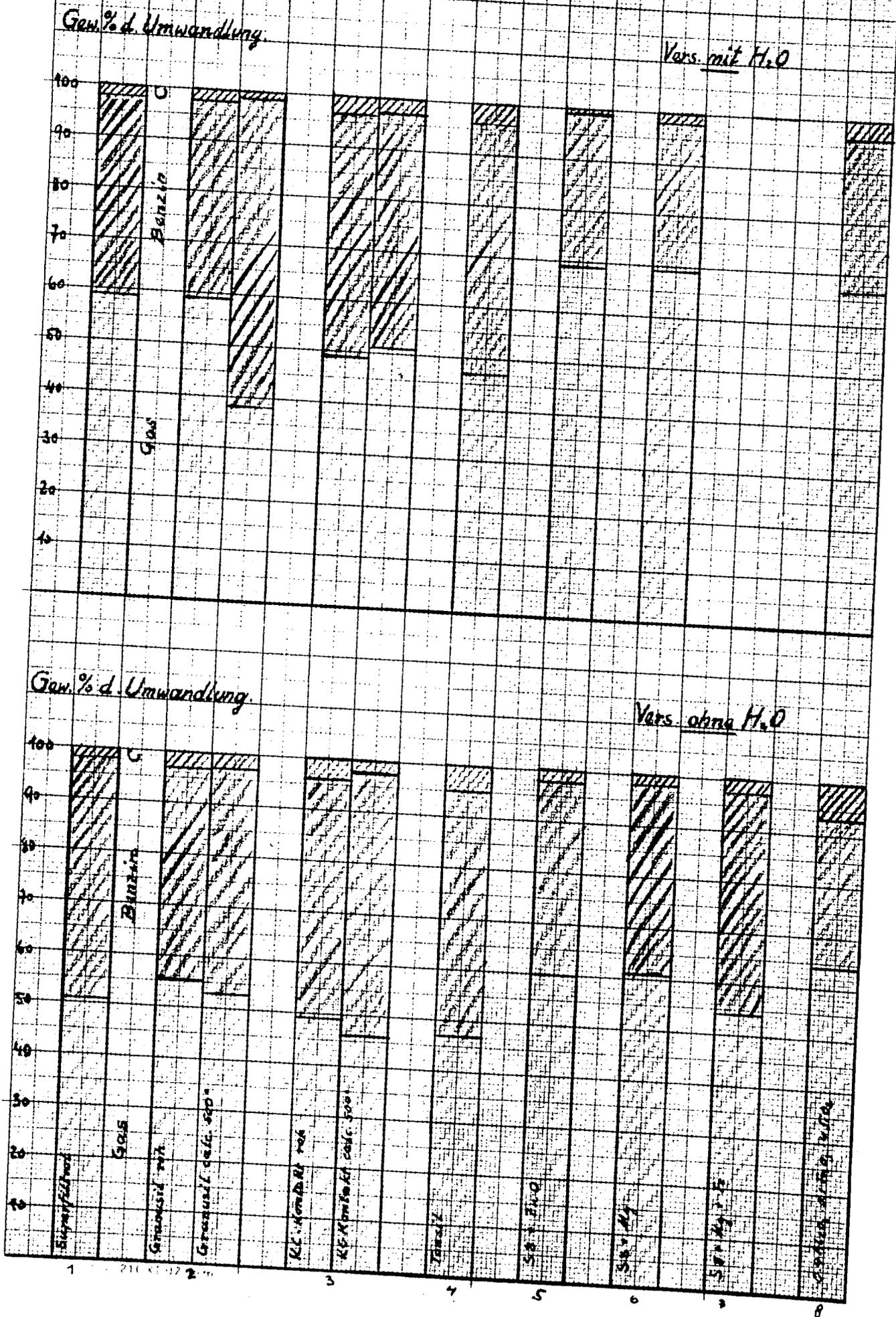
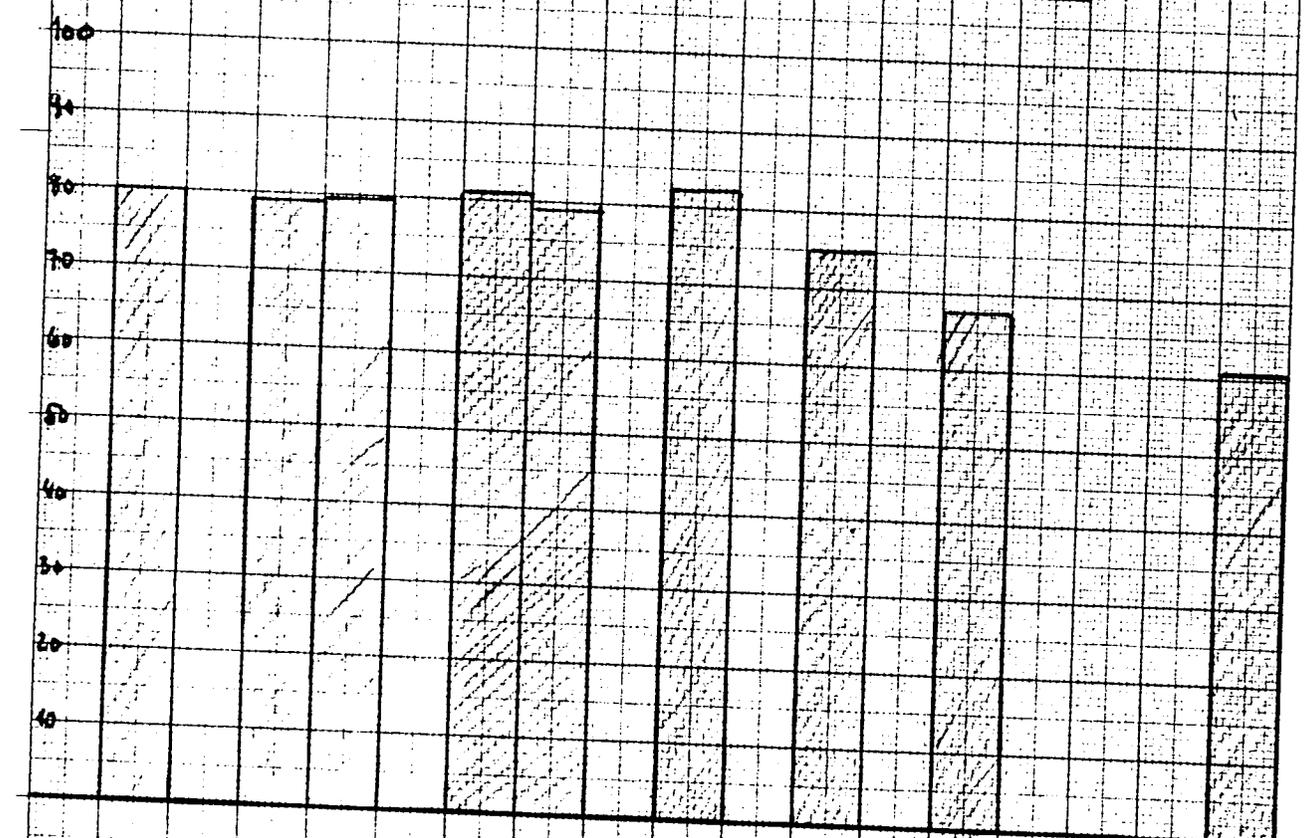


Fig. 9.

% ungesättigte Kohlenwasserstoffe in Gas

Vers. mit H<sub>2</sub>O



% ungesättigte Kohlenwasserstoffe im Gas

Vers. ohne H<sub>2</sub>O

