

Braunkohle-Benzin A.-G.
Werk Schwarzeheide

Schwarzeheide, den 15. August 1940/Ed.

Aktienvermerk Nr.

Verfasser: Dr. Weingaertner.

Durchschlag an:

682

WL 2-x

WB 1-x

BA/V 1-x

TA/BK 1-x

FEU/V 2-x

BA/S 2-x

gez. Dr. Wagner

Betrifft: Heutige Ausführungsform einer C-Bilanzrechnung unter Aufteilung der erzeugten Syntheseprodukte auf die einzelnen in der Synthese gebildeten Kohlenwasserstoffgruppen.

1. Teil. Probenahme.

1. Einleitung.

Seit etwa 1 1/2 Jahren werden für die einzelnen Synthese-Stufen wie auch für die Gesamtanlage in Schwarzeheide C-Bilanzrechnungen zur Erfassung aller Syntheseprodukte regelmäßig durchgeführt. Die Methode dieser Messungen und Rechnungen wurde hier entwickelt und hat schliesslich in ihrer gesamten Durchführung - angefangen von der Art der Probenahmen bis zur Ausgestaltung der Einzelrechnungen - eine feste Form angenommen. Es erscheint daher wünschenswert, über eine derartige Durchrechnung anhand von Beispielen zu berichten.

2. Grundlagen.

Die C-Bilanzrechnung ist eine Gewichtsbilanz. Es werden die in die Synthese eingesetzten C-Mengen ermittelt und den aus der Synthese, einschliesslich Abscheidungsanlagen, ausgebrachten C-Mengen gegenübergestellt. Das eingebrachte C muss dabei in neuer Aufteilung, aber vollständig, wiedergefunden werden. Als umsetzbares C wird der Kohlenstoff des CO und etwa eingesetzter ungesättigter, schwerer Kohlenwasserstoffe bezeichnet. Es wird demnach angenommen, dass der Kohlenstoff im CH₄ und höheren gesättigten Kohlenwasserstoffen, sowie im CO₂ nicht umsetzbar ist, (was normalerweise zutrifft).

3. Voraussetzungen für die Durchführung einer C-Bilanzrechnung.

Die C-Bilanzrechnung, die bisher über jeweils eine Dekade = 10 Betriebstage durchgeführt wird, hat als erste Voraussetzung die beiden Bedingungen:

1. einer einwandfreien Dauerprobenahme aller einzelnen Syntheseprodukte, von der Zusammensetzung, in der sie abgewichen werden, einschliesslich des nicht aufgearbeiteten Restgases und
2. einer einwandfreien Produkt- und Gasmengen-Erfassung.

Es muss daher zunächst über die Methoden der Probenahmen und Messungen der Einzelprodukte berichtet werden. Die Probenahmen unterteilen sich in

a) Probenahme der Flüssigprodukte.

Als Flüssigprodukte können im einzelnen anfallen:

Paraffin, Kondensatöl, Schwebbenzin und Leichtbenzin.

Es muss sich bei den Probenahmen dieser Produkte grundsätzlich um Dauerproben von mindestens der Dauer eines Betriebstages handeln, wovon dann die Proben von je 10 Betriebstagen wiederum zu einer gemeinsamen Probe vereinigt werden. Von den genannten Produkten sind die Probenahmen von Paraffin und Kondensatöl die einfachsten, da diese Produkte, ausser dass sie laufend anfallen, zunächst in Zwischenbehältern, die unter Luftbeführung stehen, aufgefangen werden, um von hier aus mittels Pumpen weiterbefördert zu werden. Es ist daher notwendig, zur Probenahme während einer Pumpoperation laufend einen kleinen Teil des Produktes zur Probenahme abzuscheiden. In der Skizze Nr. 1 des Anhangs ist beispielsweise eine Probenahmeverrichtung für Kondensatöl schematisch wiedergegeben. Die täglichen Proben werden im Verhältnis der anfallenden Mengen gemischt. Die vereinigten täglichen Proben werden dann bis zu ihrer Untersuchung zur Vermeidung etwaiger Verdampfungsverluste im Eisschrank aufgehoben.

Schwieriger gestaltet sich die Probenahme von Schwer- und Leichtbenzin bzw. von Rohbenzin, -falls eine Vortrennung des AK-Rohbensins in Schwer- und Leichtbenzin gerade nicht erfolgt- weil es sich um instabile Produkte handelt, die gegen eine Gasatmosphäre atmend in den Zwischentanks anfallen. Die Aufgabe bei der Probenahme des Bensins muss daher darin bestehen, die Produkte unter ihren jeweiligen Abscheidungsverhältnissen zu erfassen. Dies geschieht mittels der in der Skizze Nr. 2 im Anhang dargestellten Dauerprobe für Leichtbenzin, die es gestattet, ein Produkt abzuscheiden, das völlig den jeweiligen Abscheidungsbedingungen in der Anlage entspricht. Es wird hier auf die im Anhang wiedergegebene Beschreibung der Arbeitsweise dieser Dauerprobe verwiesen.

Die täglich anfallenden Bensindauerproben werden in gleicher Weise von je 10 Tagen gesammelt und im Eisschrank aufbewahrt. Hiernach werden die Benzin- und Ölproben für sich im Verhältnis der an den betreffenden Tagen angefallenen Produktmengen gemischt und untersucht.

b) Untersuchung der Flüssigprodukte.

Bei der Untersuchung ist grundsätzlich eine Aufteilung der Syntheseprodukte nach den einzelnen Kohlenwasserstoffgruppen mit verschiedenen C-Zahlen angestrebt worden. Bis jetzt sind für den Gesamtbetrieb die Kohlenwasserstoffe bis herauf zum C_{12} als solche einzeln erfasst worden, während eine weitere Unterteilung der C_{12} - und höheren Kohlenwasserstoffen systematisch noch nicht durchführbar war. Eine weitere Aufteilung ist jedoch vorgesehen und muss als nächste Weiterentwicklung der C-Bilanzfassung folgen. Demzufolge war bisher für das Kondensatöl ausser der normalen ASTM-Destillation keine fraktionierte Destillation nach einzelnen Kohlenwasserstoffgruppen nötig. Die ASTM-Destillation diente lediglich zur Kontrolle, dass keine niedriger als Hexan siedenden Produkte mehr im Kondensatöl enthalten waren. Die gesamte Kondensatölmenge wird daher bei der späteren Berechnung unter den Anteil " C_{12} - und höhere Kohlenwasserstoffe" unterzubringen sein.

Das Roh- bzw. das Leichtbenzin -und in gleicher Weise auch das Schwerbenzin wird einer fraktionierten Destillation zum Zwecke der Aufteilung auf die einzelnen Kohlenwasserstoffgruppen unterworfen. Für diese Destillation ist vom Hauptlaboratorium eine Apparatur entwickelt worden, die im Anhang in der Skizze Nr. 3 wiedergegeben und deren Arbeitsweise dort beschrieben ist. Auch hier erfolgt die Unterteilung vorläufig in die Fraktion der "C₁- und höhere Kohlenwasserstoffe" einerseits sowie in die niedrigeren Kohlenwasserstoffe C₁- bis C₄ andererseits. Die Angabe der einzelnen Kohlenwasserstoffanteile erfolgt nach Gewichtsprozenten, da die C-Bilanz in der vorliegenden Form eine Gewichtsbilanz ist.

c.) Probenahme der gasförmigen Produkte.

Als gasförmige Produkte treten das Rohgasol und das Restgas auf. Grundsätzlich ist hier die übliche Probenahme mit dem Mariotte'schen System als Dauerprobe über einen Tag geeignet. Bei der Rohgasoldauerprobennahme ergibt sich allerdings eine besondere Schwierigkeit. Das Rohgasol fällt infolge der Aktivkohle-Schaltungen stossartig an, so dass der Gasdurchfluss in der Rohgasol-Leitung zeitweilig ruht. Mitunter tritt sogar infolge späterer Kondensation eine Druckminderung und ein damit verbundener Rückschlag auf. Diese schwankenden Verhältnisse würden die normale Dauerprobe beeinflussen und die Probenahme fälschen. Um den hier herrschenden besonderen Verhältnissen gerecht zu werden, wurde eine besondere Dauerprobe entwickelt, deren Anordnung und Beschreibung in der Skizze Nr. 4 des Anhangs wiedergegeben ist.

Die Probenahme lässt sich darnach in 2 einander gleichwertigen Formen durchführen: Entweder läuft die Probe als tägliche Dauerprobe, dann wird täglich eine genügende Menge Gas entnommen und auf einen Gasometer über Kallilauge aufgehoben, bis die Proben von 10 Tagen beieinander sind, oder die Probenahme läuft als Gasometerprobe, wobei sich ein geeigneter Gasometer innerhalb von 10 Tagen gleichmässig auffüllt. Heute wird so verfahren, dass die Rohgasoldauerprobe als Gasometerprobe über 10 Tage, die Restgasdauerprobe als tägliche Dauerprobe läuft.

Die Restgasdauerprobe, die nicht so sehr von Druckstössen beeinflusst wird als die Rohgasoldauerprobe, da hier kaum mit Kondensation und Wiederverdampfung von Kohlenwasserstoffen zu rechnen ist, lässt sich daher wesentlich einfacher durchführen. Die Anordnung der Restgasdauerprobe ist der Vollständigkeit halber in der Skizze Nr. 5 des Anhangs dargestellt.

Die gleiche Anordnung gilt auch für die noch notwendige Synthesegasdauerprobe bzw. ist auch hierfür die Gasometerdauerprobe verwendbar.

d.) Untersuchung der gasförmigen Produkte.

Die Aufarbeitung der Rohgasol- und Restgasdauerproben erfolgt als Steck-Analyse, d.h. die in der Probe enthaltenen C-Stoffe werden als solche gewichtsmässig erfasst. Die Durchführung der Steck-Analyse wird hier als bekannt vorausgesetzt.

3.) Probenahme des Synthesegases.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Synthesegasprobenahme in gleicher Weise wie die des Rohgasols und des Restgases. Seit geraumer Zeit wird die Synthesegasprobenahme als Gasometerprobe durchgeführt.

2.) Aufarbeitung der Synthesegasdauerprobe.

Die Untersuchung des Synthesegases erfolgt ebenfalls grundsätzlich mittels einer Stock-Analyse, um damit die eingesetzten Gasgewichte zu erhalten. Da das Synthesegas im allgemeinen völlig frei ist von schweren Kohlenwasserstoffen, kann notfalls auch die normale tägliche Gasanalyse benutzt werden, aus welcher nach Mittelung mit Hilfe der theoretischen Litergewichte der einzelnen Gasbestandteile das Gasgewicht sowie die Einsatzgewichte der einzelnen C-Stoffe errechnet werden können.

4.) Zusammenfassung des 1. Teils.

Da die C-Bilanzrechnung in einer gewichtsmässigen Erfassung der gasförmigen C-Einsatzstoffe einerseits und in der Erfassung der in der Synthese (einschliesslich den Abscheidungsanlagen) auftretenden einzelnen C-Produkten hinsichtlich ihres Gewichts besteht, müssen die Methoden der Probenahmen diesem Grundsatz im einzelnen angepasst sein. Die Unterteilung auf die einzelnen Produkte ergibt sich dann von selbst.

2. Teil: Messung und Berechnung.

5.) Messung des Synthese- und Restgases sowie Messung der flüssigen und gasförmigen Primärprodukte.

Neben die Probenahme und Aufarbeitung tritt als weitere Voraussetzung die Messung der Gasmengen sowie die Messung der flüssigen Primärprodukte und des Gasols. Da diese Messung laufend und in bekannter Weise durch die Betriebskontrolle durchgeführt und registriert wird, seien hierüber an dieser Stelle keine weiteren Ausführungen gemacht. Dagegen sei auf die Fehler eingegangen.

Im allgemeinen werden die Fehler der Synthesegas- und Restgasmessungen mit $\pm 2\%$ beurteilt. Die Fehler der Mengemessung der flüssigen Primärprodukte betragen im allgemeinen $\pm 0,5\%$. Die sich auf den vorstehenden Voraussetzungen aufbauende C-Bilanzrechnung ist demnach mit den bei den Mengemessungs-, Probenahmen- und analytischen Fehlern, die bei der Aufarbeitung der Probenahmen auftreten können, behaftet. Das Resultat, das sie liefert, kann daher niemals einen höheren Grad an Genauigkeit aufweisen, als er in den vorausgegangenen Auswertungen bereits erreicht ist. Der Genauigkeitsgrad könnte nur dann scheinbar grösser sein, falls zufällig zwei grössere Fehler sich gerade kompensieren. Nach bisherigen Erfahrungen kann er analytische Fehler als ausserordentlich gering angesehen werden. Als verhältnismässig gering hat sich der Fehler von Seiten der Probenahmen erwiesen. Als grösster Fehler tritt daher fast überall der Fehler der Mengemessung in Erscheinung.

6.) Durchführung einer C-Bilanzrechnung.

Die C-Bilanzrechnung für den Gesamtbetrieb Schwa. unterteilt sich in folgender Weise:

- a) C-Bilanz für Schwa. 1, 1. Stufe
- b) C-Bilanz für Schwa. 2, 1. Stufe
- c) C-Bilanz für Schwa. 1 + 2, 1. Stufe
- d) C-Bilanz für Schwa. 2, 2. Stufe
- e) C-Bilanz für Schwa. 1 + 2, 1. u. 2. Stufe (Gesamtanlage)

Zur Berechnung dieser Bilanzen ist im Anhang für jeden einzelnen Fall, je ein Rechenbeispiel wiedergegeben. Als Beispiel wurde die zweite Mai-Dekade 1959 gewählt.

Zu a) Beschreibung der C-Bilanzrechnung Schwa. 1, 1. Stufe.

In das Feld Nr. 1, das den Einsatz an C-Stoffen enthält, wird die Stock-Analyse des Synthesegases 1, Schwa. 1 eingesetzt, da dieses der alleinige Träger der C-Einsatzstoffe ist. Als C-Einsatzstoffe gelten CO , CO_2 , CH_4 sowie etwaige vorhandene höhere ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Neben der Analyse erscheint die Synthesegasmenge und das Litergewicht des Synthesegases. Aus beiden wird die Gasmenge gewichtsmässig erhalten. Aus den Gewichtsanteilen werden die einzelnen C-Trägerstoffe ermittelt. Zur späteren Umrechnung der Ausbeuten auf Idealgas ist die Volumenkonzentration an $\text{CO} + 2 \text{H}_2$ angeführt sowie die $\text{CO} + 2 \text{H}_2$ -Menge, volumemässig. Weiterhin erscheint die Wasserstoffkonzentration und -menge.

In den Feldern 2 - 5 ist die Produktion im weitesten Sinne enthalten, d.h. einschliesslich dem produzierten Restgas. Feld Nr. 2 enthält die Stock-Analyse vom Restgas Schwa. 1 sowie die Restgas-Menge volumin- und gewichtsmässig, gleichfalls über das Litergewicht berechnet. Die Stock-Analyse gibt alle C-Stoffe des Restgases wieder, die dann mit dem Gasgewicht multipliziert gewichtsmässig in absoluter Menge erscheinen. Bei Schwa. 1 tritt noch besonders der Restgasanteil etwaiger Versuchsstufen auf, deren Gas mitunter abgepackelt wird. Jeder einzelne C-Betrag wird also um den betreffenden C-Betrag der Versuchsstufen erhöht.

In Feld Nr. 3 erscheint in gleicher Weise der analytische Befund des Rahngasols laut Stock-Analyse. Wiederum werden über Litergewicht und Rahngasolmenge gewichtsmengenmässig alle einzelnen vorhandenen C-Stoffe errechnet.

In Feld Nr. 4 tritt die Siedeanalyse des Leicht- bzw. Rohbenzins, in der Ausführung wie unter 2 b geschildert auf. Mit Hilfe der Leicht- bzw. Rohbenzinsmenge können wiederum die einzelnen C-Stoffmengen bestimmt werden.

Weiterhin erscheint die Kondensatölmenge, in der auch das Paraffin eingeschlossen ist, die insgesamt als C_6 + höhere Kohlenwasserstoffe gilt. Die weitere Unterteilung betrifft das Schwerbenzin, für den Fall, dass solches erzeugt wird, wobei die C_6 -Kohlenwasserstoffe des Schwerbenzins zu der Paraffin- + Kondensatölmenge hinzugeschlagen werden.

In den Feldern 1 - 4 sind demnach sowohl auf Seiten des Einsatzes als auch auf Seiten der Produktion die einzelnen C-Stoffe als solche und mengenmäßig zusammengestellt.

In den nunmehr folgenden Feldern 5 - 12 werden diese C-Stoffe -der Produktion nach- auf die einzelnen C-Gruppen aufgeteilt und dort additiv zusammengefasst. So erscheint beispielsweise im Feld Nr. 5 jeder einzelne C-Posten aus den Feldern 2 - 4. Die Summe dieser einzelnen Posten ergibt die Gesamtmenge der C_0 - + höhere Kohlenwasserstoffe innerhalb der betreffenden Dekade. Diese Postensumme des Feldes Nr. 5 wird auf das nächste Feld 6 als Einsatz übertragen, zu dem dann wiederum die einzelnen C_0 -Posten aus den Feldern 2 - 4 hinzugeschlagen werden. Diese Summe ergibt den Posten 6, also alle höheren Kohlenwasserstoffe einschliesslich der C_0 -Kohlenwasserstoffe. Posten 6 erscheint wiederum als Einsatz im Feld 7, zu dem hier alle einzelnen C_0 -Posten der Felder 2 - 4 addiert werden, so dass bis höher in der Summe alle Kohlenwasserstoffe bis herab zu den C_0 -Kohlenwasserstoffen einschliesslich mengenmäßig auftreten. Dieses Spiel setzt sich dann zunächst über Feld 8, welches die C_0 -Kohlenwasserstoffe, Feld 9, welches die C_2 -Kohlenwasserstoffe hinzuffügt, fort.

Zum Unterschied gegenüber den Feldern 5 - 9, in denen gleichgeartete Stoffe auftreten, deren Mengen laufend aufaddiert werden können, treten in den Feldern 10, 11 und 12 im Methan, gebildeter Kohlensäure und nicht umgesetztem Kohlenoxyd anders geartete Stoffe auf. Es ist deshalb in diesen Feldern das Weiteraufaddieren unterbrochen worden. Die Stoffe treten hier mit ihren Einzelmengen in Erscheinung und eine Übertragung unterbleibt zunächst.

So wird im Feld Nr. 10 der jeweilige Methananteil aus den Produktionsfeldern 2 und 3, in denen es ja praktisch nur vorkommen kann, zusammengetragen. Um an der eigentlichen Methanproduktion selbst zu kommen, muss die im Synthesegas (Feld Nr. 1) enthaltene Methaneinsatzmenge in Abzug gebracht werden. Das Resultat ist dann die gebildete Methanmenge.

Das gleiche Verfahren wird bei der Kohlensäure im Feld Nr. 11 angewandt, so dass sich die neugebildete Kohlensäuremenge ergibt.

Im Feld Nr. 12 werden nunmehr lediglich die ebenfalls nur in den Feldern 2 und 3 der Produktion auftretenden Kohlenoxydmengen zusammengetragen, die dann summiert das nicht umgesetzte Kohlenoxyd ergeben.

Im Feld Nr. 13 ist zur Ergänzung die wichtige Zahl des CO-Gesamtumsatzes aufgeführt, die erhalten wird aus der Differenz des eingesetzten und des nicht umgesetzten Kohlenoxyds. Drückt man diese Differenz prozentual, bezogen auf den CO-Einsatz, aus, so erhält man den CO-Gesamtumsatz.

Im Feld Nr. 14 sind die für spätere Rechnungen -wie Berechnung der Kontaktleistung- notwendigen spezifischen Ofenzahlen zusammengestellt. Es sind aufgeführt die Idealgaskonzentration, die mittlere tägliche Ofenzahl, die mittlere tägliche Ofenbelastung in Nm^3 Synthesegas/h und in Nm^3 Idealgas/h. - Ausserdem ist die Umrechnungskonstante zur Bestimmung der Kontaktleistung aufgeführt.

Auf die Rechnungen in den Feldern 5a - 9a soll später eingegangen werden.

Bis hierher sind also nunmehr die absoluten Mengen der einzelnen Syntheseprodukte pro Dekade, und zwar als Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen bzw. Kohlenstoff-Sauerstoff-Verbindungen, zusammengetragen. Innerhalb einer C-Bilanzrechnung interessiert aber, um einer richtigen Aufteilung willen, nur der C-Gehalt bzw. das C-Gewicht innerhalb jeder einzelnen Verbindungsgruppe. Es müsste daher im nächsten Schritt die absolute C-Menge ausgerechnet werden. Um nun aber nicht fortgesetzt mit grossen Zahlen rechnen zu müssen, ist vorerst die Umrechnung der einzelnen Gewichte auf Ausbeutesahlen, bezogen auf 1 Nm³ Idealgas, zwischengeschoben worden, schliesslich auch auf Grund des besonderen Interesses an diesen Ausbeutesahlen, bezogen auf Kohlenwasserstoffgewichte. Die Umrechnung auf die reinen C-Gewichte wird dann mit diesen Ausbeutesahlen durchgeführt, so dass sich dann hieraus unmittelbar die C-Ausbeuten ergeben.

Zur Umrechnung auf die C-Ausbeuten sind eine Reihe von Faktoren notwendig, die sich aus den Molekulargewichten der einzelnen C-Stoffe ergeben. Hierbei ist für die reinen Kohlenwasserstoffe bis zum D₂ einschliesslich ein einheitlicher Faktor, nämlich 0,842, eingesetzt worden, da die Faktoren der einzelnen Kohlenwasserstoffe nur unwesentlich differieren und insbesondere die niedrigen Kohlenwasserstoffe, bei denen sich der Faktor am meisten ändert, nur einen geringen Anteil des Gesamtproduktes ausmachen, zumal es sich ja immer um die Umrechnung der gesamten Produktmengen bis zu dem betreffenden Kohlenwasserstoff einschliesslich handelt. Für die Umrechnung des Methans wird mit dem Faktor 0,750, für die Umrechnung der Kohlensäure mit dem Faktor 0,273, für die Umrechnung des Kohlenoxyds mit dem Faktor 0,428 gerechnet. Der Kohlensäurefaktor ergibt sich beispielsweise aus dem Verhältnis von C/CO₂ = 12/44 = 0,273. Die in den Feldern 10 + 12 so ermittelten C-Ideal-Ausbeuten können nunmehr weiterhin aufaddiert werden, genau wie das früher in den Feldern 5 - 9 für die Kohlenwasserstoffe durchgeführt ist.

Die Kontrolle der Richtigkeit der Rechnung ergibt sich dann unmittelbar aus der Summe g C/Nm³ CO + 2 H₂ im Feld Nr. 12, wo die Zahl 179,50 g erscheinen muss, falls die Rechnung absolut richtig ist.

Die Zahl 179,50 stellt diejenige Kohlenstoffmenge dar, die in einem Nm³ eines Gases von der Zusammensetzung 33,33 % Vol.-% CO und 66,6 Vol.-% H₂ enthalten ist.

Des weiteren sind in den Feldern 5 - 12 noch die einzelnen C-Anteile in Gewichtsprozenten des C-Einsatzes, einzeln und aufaddiert, wiedergegeben.

Mit dieser Durchrechnung ist die C-Bilanzrechnung der gesamten Produktion praktisch abgeschlossen. Zur Berechnung der einzelnen C-Leistungen braucht dann jede einzelne Zahl nur mit der Umrechnungskonstanten zur Bestimmung der Kontaktleistung multipliziert zu werden.

Während so die gesamte Produktion erfasst ist, interessiert für den Betrieb mitunter nur der wirklich als flüssig oder gasförmig abgeschiedene Produktionsanteil, d.h. derjenige Anteil, bei dem die noch im Restgas verbliebenen Produkte, als nicht abgeschieden, fehlen. Diese noch im Restgas enthaltenen C-Stoffe sind eben, da sie vorläufig nicht weiter abgeschieden werden könnten, für die eigentliche Produktion bedeutungslos.

Es sind daher in den Feldern 5a - 9a nur diejenigen Anteile-, in gleicher Weise wie die in den Feldern 5 - 9 dargestellten Produkte-, zusammengefasst, ohne Berücksichtigung der im Feld Nr. 2 auftretenden Posten. Da von diesen Zahlen wiederum nur die spezifische Idealausbeute in Form der Kohlenwasserstoffgewichte interessieren, ist hier die Verrechnung auf C-Ausbeuten von untergeordneter Bedeutung.

Zu b.) In der bisher geschilderten Weise worden die C-Bilanzrechnungen Schwa 1 und Schwa 2, 1. Stufe, getrennt voneinander durchgeführt. Soll die Bilanz von beiden ersten Stufen gemeinsam gemacht werden (siehe 6c), so werden die entsprechenden Einzelmengen addiert und durch die addierten Bezugszahlen umgerechnet. In diesen Bilanzrechnungen der ersten Stufen sind daher, - da die Prämissen eindeutig sind - keinerlei Probleme mehr enthalten.

Zu d.) Problematisch ist dagegen die Durchführung einer C-Bilanzrechnung für die 2. Stufe. Die Schwierigkeit bei dieser Rechnung besteht darin, dass im Synthesegas 2, welches ja mit dem Restgas 1 identisch ist, schwere Kohlenwasserstoffe, die von der Aktivkohleanlage her durchschlagen, enthalten sind. Grundsätzlich erscheinen diese schweren Kohlenwasserstoffe in der Bilanz der 2. Stufe im Einsatz. Es ist jedoch heute noch nicht genau bekannt, wie weit diese Stoffe an der Synthesereaktion teilnehmen bzw. wie weit sie unbeeinflusst durch den Kontakt hindurchgehen und dann als Inerte zu betrachten sind. - Es scheint bisher soviel festzustehen, dass ein Teil dieser Stoffe -es handelt sich in der Hauptsache um Aethan, Aethylen, Propan, Propylen, Butan und Butylen- an der Synthesereaktion teilnimmt und als höheres C-Produkt wieder erscheint. Die Höhe dieses Anteils ist leider noch nicht bekannt. Ebenso unbekannt ist der Anteil, mit dem die ungesättigten C- und O-Kohlenwasserstoffe an der Reaktion beteiligt sind. Um diesen Unsicherheiten einigermaßen zu begegnen und zu einer halbwegs brauchbaren Auswertung zu kommen, sind daher vorläufig folgende Annahmen gemacht worden:

1. Es wird angenommen, dass die ungesättigten Kohlenwasserstoffe vollständig umgesetzt werden.
2. Es wird angenommen, dass die gesättigten Kohlenwasserstoffe sich nicht am Umsatz beteiligen und den Kontakt ohne andere als Inertwirkung passieren.

Wie eine Reihe von Rechnungen gezeigt haben, können diese Annahmen nicht ganz zu Recht bestehen. Es scheint vielmehr so zu sein, dass ausser den Ungesättigten, die vermutlich vollständig umgesetzt werden, auch ein erheblicher Teil der gesättigten Kohlenwasserstoffe an der Reaktion teilnimmt. Über den Grad der Beteiligung können vorerst keine sicheren Aussagen gemacht werden, so dass zunächst mit obigen Annahmen weitergerechnet werden muss.

Um die sich aus diesen Verhältnissen ergebende wahre $\text{CO} + 2\text{H}_2$ -Konzentration, die sich ja nunmehr aus der analytisch ermittelten Konzentration und aus der auskatalytischen Konzentration der ungesättigten Kohlenwasserstoffe ergibt, zu erhalten, ist es notwendig, die Ungesättigten auf Kohlenoxyd umzurechnen.

Dies geschieht, indem mit Hilfe der einzelnen Molekulargewichte die Kohlenwasserstoffe zunächst auf g C, dann auf m³ C und schliesslich auf m³ CO umgerechnet werden. Da die ungesättigten Wasserstoffe im Verhältnis zum Kohlenstoff von 2 : 1 besitzen, kann die Wasserstoffkonzentration unbedenklich um das Doppelte des Zuwachses an Kohlenoxyd durch die Ungesättigten vergrößert werden. Auf diese Weise erhält man die unter dem Gesichtspunkt obiger Voraussetzungen wahre Idealgaskonzentration, auf welche nunmehr in gleicher Weise wie bei der C-Bilanzrechnung der 1. Stufe alle Einzelsahlen zu beziehen sind. In ihrem weiteren Verlaufe gleicht die Rechnung nunmehr völlig einer C-Bilanzrechnung der 1. Stufe, mit dem einzigen Zusatz, dass innerhalb eines jeden Feldes der entsprechende Betrag des gesättigten Kohlenwasserstoffes aus dem Einsatz in Abzug gebracht wird. Am Ende muss die Rechnung wiederum den Betrag von 179,5 g C/m³ CO + 2H₂ ergeben. Naturgemäss ist die Übereinstimmung hier eine viel schlechtere.

Zu e.) Soll schliesslich die C-Bilanzrechnung über die Gesamtanlage, d.h. 1. + 2. Stufe gemeinsam ausgeführt werden, so entfällt die Zwischenrechnung über das Restgas 1 bzw. Synthesegas 2 und als Einsatz erscheint Synthesegas 1, während als Produktion im Feld Nr. 2 das Restgas 2 auftritt. In den Feldern 3 - 4 sind dann die Produktionsmengen beider Stufen zu vereinigen, und die gleiche Rechnung wird dann in den Feldern 5 - 12 fortgesetzt. Tritt der Sonderfall ein, dass zwischen der 1. und 2. Stufe ein Teil des Restgases 1 für besondere Zwecke, sei es zum Heizen oder zu irgendeiner anderen Weiterverarbeitung entnommen wird, so kann dies bei der C-Bilanz durch entsprechenden Abzug der hierbei weggeführten Produkte im Feld Nr. 2 berücksichtigt werden. Die C-Bilanz bleibt gleichfalls unverändert, in dem Falle, wo beispielsweise eine Kreislaufsynthese betrieben wird, da ja immer nur der Einsatz von frischem Gas und der endgültige Abgang, sei es von Restgas, sei es von Produkten aus dem System betrachtet wird. Der Kreislauf ist dabei ein Vorgang, der sich innerhalb des Rahmens, welcher durch die C-Bilanz gesteckt ist, abspielt.

7.) Ergebnisse der C-Bilanzrechnungen.

Die hier niedergelegten Grundlagen sind seit August 1938 und über die Gesamtbetriebszeit des Jahres 1939 für die Gesamtanlage in Schwarzeide durchgerechnet und entwickelt worden. Sie haben uns in die Lage gesetzt, einen besseren Einblick in die Synthese als bisher zu gewinnen. Weiter war es uns möglich, sonst verborgen gebliebene Fehler in den Mengenangaben festzustellen. Ferner konnten die oftmals schwankenden Verhältnisse und ihre Ursachen bei der Abscheidung der flüssigen Primärprodukte einerseits und des Rohgasols andererseits weitgehend geklärt werden. Ausser dass die C-Bilanz die grundsätzliche Festlegung der tatsächlich erreichten Produktion und der Umsätze gewährleistet, stellt sie auch die Sammlung der einzelnen Produktsahlen für weitere Untersuchungen dar. So ist es möglich, demnächst nähere Anhaltspunkte über die Verteilung in der Bildung der gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe zu erhalten, wie überhaupt eine Verteilung der Kohlenwasserstoffe der Synthese schlechthin. Darüber hinaus lassen sich nunmehr die C₂- und C₃-Ausbeuten, die heute mit den vorhandenen Aktivkohleanlagen erreicht werden, fest ermitteln und gestatten, im Zusammenhang mit den Betriebsbedingungen dieser Anlagen die besten Vorbedingungen für die höchstmöglichen Ausbeuten aufzusuchen.

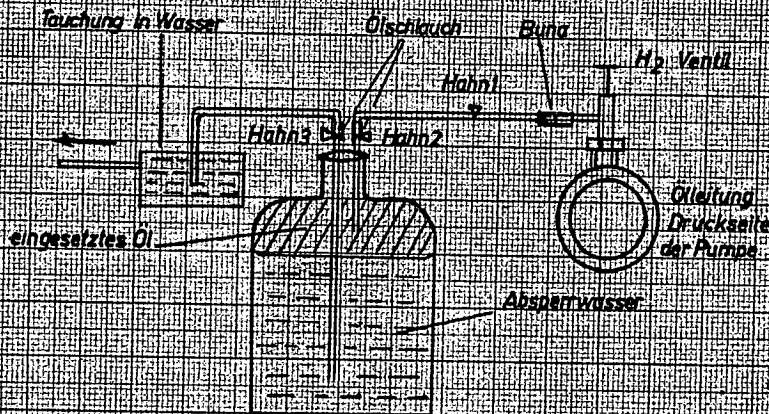
+) Diese Rechnung ist im Feld "Idealgasberechnung" der 2. Stufe zu finden.

Anlagen.

Synthese
gez. Müller-Lucas

Willingen

Skizze Nr.1 Öl



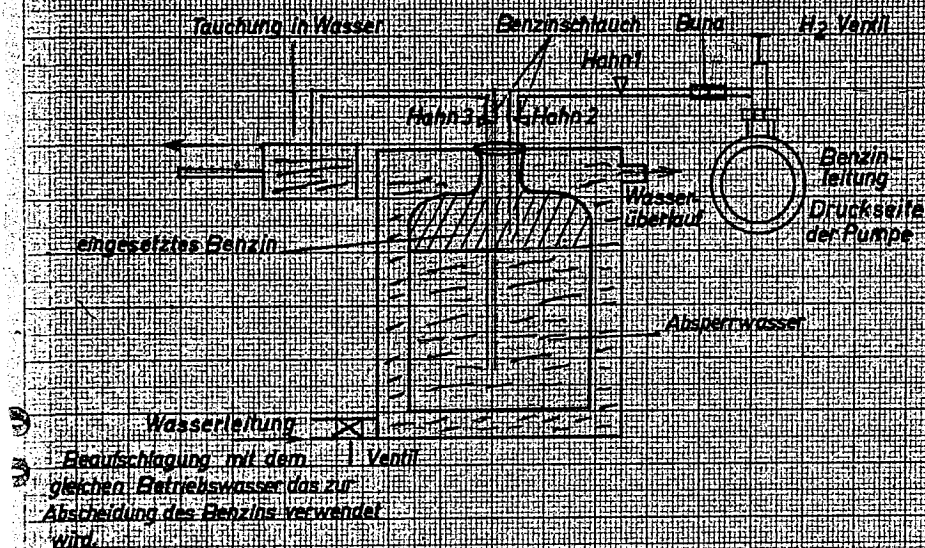
Öldauerprobe

Flasche ist ursprünglich mit Absperrwasser gefüllt,
das durch das Öl verdrängt wird:

Vor jedem Pumpen ist der Hahn 1 zu öffnen,
nach dem Pumpen ist er zu schließen.

Skizze Nr. 2 Benzin

692



Benzindauerprobe

Flasche ist ursprünglich mit Absperrwasser gefüllt,
das durch das Benzin verdrängt wird.

Vor jedem Pumpen ist der Hahn 1 zu öffnen,
nach dem Pumpen ist er zu schließen.

Durch das Wasserbad soll ein Verdampfen der
leichten Anteile verhindert werden.

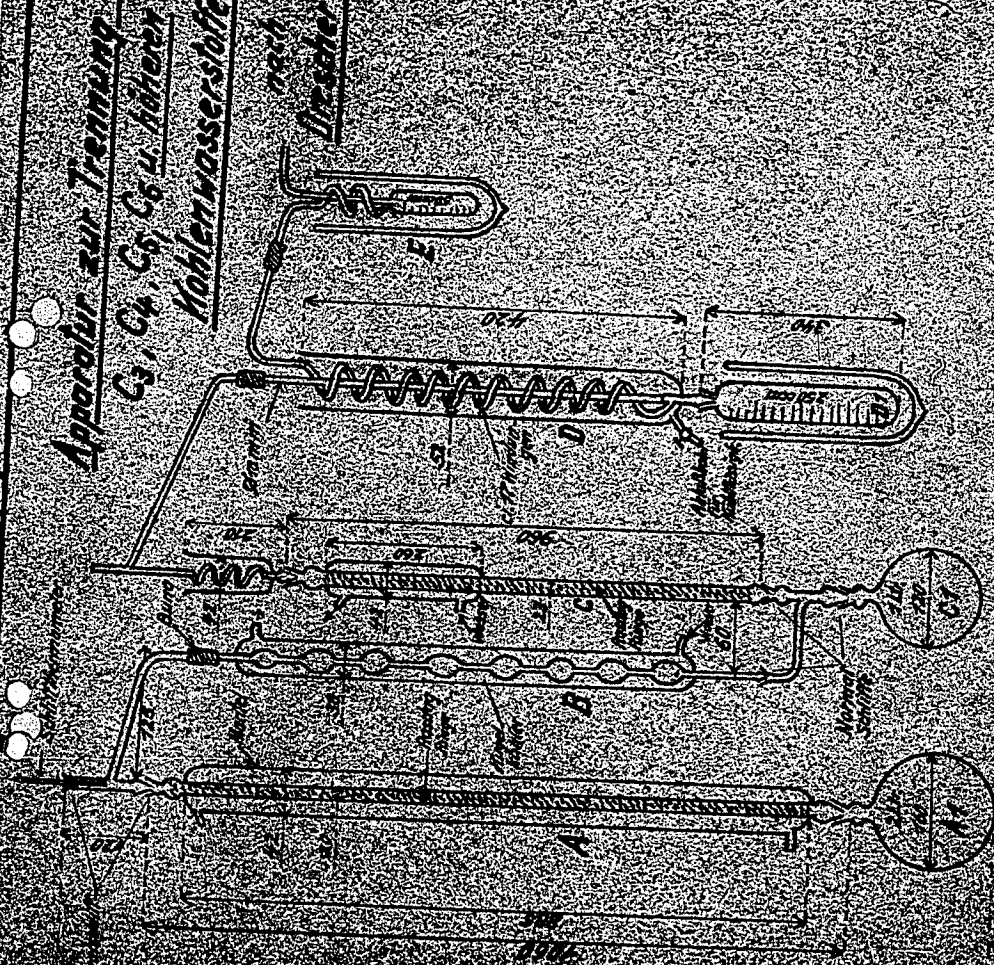
Apparatur zur Trennung von

C₃, C₄, C₅, C₆ и höherer

Kohlenwasserstoffen

692

Dr. Peter Dr. Mann



Ik kan niet beter
beheeld worden."

geachtet werden

1105. 2011. 2011.

694



Sechskant

Datum: 21.-31.5.1939

Dekade: 3. Mai - 1939

Produktion

Stoßanalyse vom Rohgasol Bau 28 Nr. 87

Siedeanalyse vom Rohbenzin Bau 26 Nr. 57

③

Lichtgewicht: 2.300 g/l

④

Menge Rohgasol	67.300 Nm ³	108.780.000 g	Menge Rohbenzin	734.740 kg	734.740.000 g
Gew.% C ₁ -K-W	2,78	3.024.362 g C ₁ -K-W	Menge Rohöl	666.240 kg	666.240.000 g Rohöl
Gew.% C ₂ -K-W	15,88	17.254.084 g C ₂ -K-W	Gew.% C ₁ -K-W	65,2	478.050.480 g C ₁ -K-W
Gew.% C ₃ -K-W	49,81	54.188.289 g C ₃ -K-W	Σ O ₁ -C ₈ -K-W	1.145.200.480 g Rohöl	1.145.200.480 g Rohöl
Gew.% C ₄ -K-W	15,96	17.362.884 g C ₄ -K-W	Gew.% C ₂ -K-W	21,2	155.764.880 g C ₂ -K-W
Gew.% C ₅ -K-W	2,15	2.338.985 g C ₅ -K-W	Gew.% C ₃ -K-W	13,8	99.924.840 g C ₃ -K-W
Gew.% CH ₄	0,38	1.500.432 g CH ₄	Gew.% C ₄ -K-W	-	g C ₄ -K-W
Gew.% CO	1,15	1.251.085 g CO	Gew.% C ₅ -K-W	-	g C ₅ -K-W
Gew.% CO ₂	11,36	12.388.544 g CO ₂			

⑤

C₂-K-W

①	1.475.445.755 g
②	85.684.159 g
③	17.362.884 g
④	0 g
⑤	1.558.493.798 g
Σ	194.347.124.038 g
	5.585 g
	96.240.104.440 g
	2.884 %
	55.929 86.002 %

⑥

C₂-K-W

①	1.558.493.798 g
②	82.525.232 g
③	2.338.985 g
④	0 g
⑤	1.643.358.015 g
Σ	121.101.130.792 g
	5.687 g
	101.967.110.122 g
	3.080 %
	57.178 59.052 %

⑦

CO-Gesamtsatz

①	1.155.512.488 g
②	5.231.412.824 g
③	4.074.895.336 g

⑧

CO-Gesamtsatz

①	407.689.533.600 g
②	5.231.412.824 g

27.89 % ungas. CO-Menge

⑨

Spezifische Ofenzahlen

CO+2H ₂ Vol. %	83.10
Ofenzahl	80.1

Ofenleistung

a) Nm ³ Sy-Gas/h/Ofen	853
b) Nm ³ CO+2H ₂ /h/Ofen	792

Umschmelungskonstante zur Bestimmung der Ofenleistung

Nm³ CO+2H₂/h/Ofen: 24 = 10.000

Bemerkungen:

⑩

C₂-K-W

①	1.475.445.755 g
②	17.362.884 g
③	0 g
④	1.492.809.639 g
Σ	118.810 g
	1.381 g

⑪

C₂-K-W

①	1.492.809.639 g
②	2.338.985 g
③	0 g
④	1.495.148.524 g
Σ	118.897 g
	0.187 g

C₂-K-W/Nm³ CO+2H₂
g C₂-K-W/Nm³ CO+2H₂

696 A

C-Bilanzrechnung Schwarzheide 1

Einsatz

Stockanalyse vom Sy-Gas Bau 15 Nr. 2 Nr.

Stockanalyse vom Restgas Bau 26 Nr. 89

①				②			
Einsatzgewicht 0,588 g/l				Einsatzgewicht 1,085 g/l			
Menge Sy-Gas 15 119 300 Nm ³ 10 402 491 200 g				Menge Restgas 6 511 000 Nm ³ 6 930 226 000 g			
CO+2H ₂ 7 586 637 Nm ³				Vers. Ofen 28 400 Nm ³			
Gew.% C ₅ -KW				Gew.% C ₅ -KW			
C ₅ -KW				C ₅ -KW			
C ₅ -KW				C ₅ -KW			
C ₅ -KW				C ₅ -KW			
C ₅ -KW				C ₅ -KW			
CH ₄				CH ₄			
CO				CO			
CO ₂				CO ₂			
Vol.% CO 22,7				Vol.% CO 21,6			
⑤				⑥			
C ₅ -K-W				C ₅ -K-W			
②				②			
③				③			
④				④			
⑤				⑤			
11 702 91 393 g				15 412 105 183 g			
76 953 g				11 596 g			
60 713 76 953 g				10 367 88 567 g			
61 263 %				6 217 %			
76 536 61 263 %				45 077 67 680 %			
⑩				⑪			
CH ₄				CO ₂			
②				②			
③				③			
④				④			
⑤				⑤			
681 911 679 g				4 393 175 296 g			
500 636 g				32 358 546 g			
482 412 313 g				4 605 473 840 g			
150 635 122 g				3 814 885 602 g			
331 676 191 g				200 688 148 g			
26 390 g				62 923 g			
16 793 g				32 178 g			
111 760 166 920 g				158 938 142 098 g			
10 613 %				6 211 %			
62 222 10 613 %				11 911 76 878 %			
⑫				⑬			
CO				C ₅ -K-W			
②				②			
③				③			
④				④			
⑤				⑤			
1 155 266 403 g				1 148 316 842 g			
1 251 085 g				17 256 096 g			
1 156 517 488 g				155 766 880 g			
92 045 g				1 321 333 816 g			
30 385 g				15 412 105 183 g			
170 353 186 483 g				11 596 g			
21 124 %				10 367 88 567 g			
110 710 100 000 %				6 217 %			
⑭				⑮			
C ₅ -K-W				C ₅ -K-W			
②				②			
③				③			
④				④			
⑤				⑤			
3 024 362 g				1 148 316 842 g			
1 145 290 480 g				17 256 096 g			
1 148 316 842 g				155 766 880 g			
51 393 g				1 321 333 816 g			
31 393 g				15 412 105 183 g			
				11 596 g			
				10 367 88 567 g			
				6 217 %			
				45 077 67 680 %			

Datum: 21.-31.5.1939

Dekade: 3. Mai - 1939

Produktion

Stoßanalyse vom Rohgasol Bau 119, Nr. 88

Siedeanalyse vom Rohbenzin 119, Nr. 58

Literaturwert 2.150 g/l

Menge Rohgasol 21.675 Nm³ 152.321.240 gMenge Rohbenzin 21.170 Nm³ 231.170.170 gC₁-KW 2.78 = 39.361.410 g C₁-KWC₁-KW 19.3 = 36.110.510 g C₁-KWC₂-KW 23.23 = 30.518.771 g C₂-KWC₂-KW 20.3 = 42.352.510 g C₂-KWC₃-KW 49.08 = 76.353.760 g C₃-KWC₃-KW 15.3 = 36.110.510 g C₃-KWC₄-KW 2.45 = 4.158.238 g C₄-KWC₄-KW 15.3 = 36.110.510 g C₄-KWC₅-KW 0.11 = 173.783 g C₅-KWC₅-KW 15.3 = 36.110.510 g C₅-KWC₆-KW 0.51 = 953.073 g C₆-KWC₆-KW 15.3 = 36.110.510 g C₆-KWC₇-KW 11.48 = 18.135.100 g C₇-KWC₇-KW 15.3 = 36.110.510 g C₇-KWC₈-KW 2.71.388.193 gC₈-KW 1.222.558.518 gC₉-KW 28.357.579 gC₉-KW 43.222.558.518 gC₁₀-KW 28.353.710 gC₁₀-KW 4.158.238 gC₁₁-KW 0 gC₁₁-KW 0 gC₁₂-KW 872.631.531 gC₁₂-KW 853.023.219 gC₁₃-KW 58.418 gC₁₃-KW 105.288 gC₁₄-KW 10.817 gC₁₄-KW 5.382 gC₁₅-KW 15.700 gC₁₅-KW 43.157 gC₁₆-KW 5.038 gC₁₆-KW 2.001 gC₁₇-KW 4.632 gC₁₇-KW 13.453 gC₁₈-KW 0 gC₁₈-KW 0 gC₁₉-KW 0 gC₁₉-KW 0 gC₂₀-KW 0 gC₂₀-KW 0 gC₂₁-KW 0 gC₂₁-KW 0 gC₂₂-KW 0 gC₂₂-KW 0 gC₂₃-KW 0 gC₂₃-KW 0 gC₂₄-KW 0 gC₂₄-KW 0 gC₂₅-KW 0 gC₂₅-KW 0 gC₂₆-KW 0 gC₂₆-KW 0 gC₂₇-KW 0 gC₂₇-KW 0 gC₂₈-KW 0 gC₂₈-KW 0 gC₂₉-KW 0 gC₂₉-KW 0 gC₃₀-KW 0 gC₃₀-KW 0 gC₃₁-KW 0 gC₃₁-KW 0 gC₃₂-KW 0 gC₃₂-KW 0 g

697A

C-Bilanzrechnung Schwarzheide 2. Stufe

Einsatz				Einsatz			
Analyse vom St-Gas Bau 15, Nr. 2 Nr.				Stackanalyse vom Restgas Bau 19, Nr. 98			
Menge (t/a)				Menge (t/a)			
St-Gas	2.053.972.000 g			Restgas	1.972.871.000 g		
CO				CO			
CO ₂				CO ₂			
H ₂				H ₂			
H ₂ O				H ₂ O			
N ₂				N ₂			
O ₂				O ₂			
CH ₄				CH ₄			
C ₂ H ₆				C ₂ H ₆			
C ₃ H ₈				C ₃ H ₈			
C ₄ H ₁₀				C ₄ H ₁₀			
C ₅ H ₁₂				C ₅ H ₁₂			
C ₆ H ₁₄				C ₆ H ₁₄			
C ₇ H ₁₆				C ₇ H ₁₆			
C ₈ H ₁₈				C ₈ H ₁₈			
C ₉ H ₂₀				C ₉ H ₂₀			
C ₁₀ H ₂₂				C ₁₀ H ₂₂			
C ₁₁ H ₂₄				C ₁₁ H ₂₄			
C ₁₂ H ₂₆				C ₁₂ H ₂₆			
C ₁₃ H ₂₈				C ₁₃ H ₂₈			
C ₁₄ H ₃₀				C ₁₄ H ₃₀			
C ₁₅ H ₃₂				C ₁₅ H ₃₂			
C ₁₆ H ₃₄				C ₁₆ H ₃₄			
C ₁₇ H ₃₆				C ₁₇ H ₃₆			
C ₁₈ H ₃₈				C ₁₈ H ₃₈			
C ₁₉ H ₄₀				C ₁₉ H ₄₀			
C ₂₀ H ₄₂				C ₂₀ H ₄₂			
C ₂₁ H ₄₄				C ₂₁ H ₄₄			
C ₂₂ H ₄₆				C ₂₂ H ₄₆			
C ₂₃ H ₄₈				C ₂₃ H ₄₈			
C ₂₄ H ₅₀				C ₂₄ H ₅₀			
C ₂₅ H ₅₂				C ₂₅ H ₅₂			
C ₂₆ H ₅₄				C ₂₆ H ₅₄			
C ₂₇ H ₅₆				C ₂₇ H ₅₆			
C ₂₈ H ₅₈				C ₂₈ H ₅₈			
C ₂₉ H ₆₀				C ₂₉ H ₆₀			
C ₃₀ H ₆₂				C ₃₀ H ₆₂			
C ₃₁ H ₆₄				C ₃₁ H ₆₄			
C ₃₂ H ₆₆				C ₃₂ H ₆₆			
C ₃₃ H ₆₈				C ₃₃ H ₆₈			
C ₃₄ H ₇₀				C ₃₄ H ₇₀			
C ₃₅ H ₇₂				C ₃₅ H ₇₂			
C ₃₆ H ₇₄				C ₃₆ H ₇₄			
C ₃₇ H ₇₆				C ₃₇ H ₇₆			
C ₃₈ H ₇₈				C ₃₈ H ₇₈			
C ₃₉ H ₈₀				C ₃₉ H ₈₀			
C ₄₀ H ₈₂				C ₄₀ H ₈₂			
C ₄₁ H ₈₄				C ₄₁ H ₈₄			
C ₄₂ H ₈₆				C ₄₂ H ₈₆			
C ₄₃ H ₈₈				C ₄₃ H ₈₈			
C ₄₄ H ₉₀				C ₄₄ H ₉₀			
C ₄₅ H ₉₂				C ₄₅ H ₉₂			
C ₄₆ H ₉₄				C ₄₆ H ₉₄			
C ₄₇ H ₉₆				C ₄₇ H ₉₆			
C ₄₈ H ₉₈				C ₄₈ H ₉₈			
C ₄₉ H ₁₀₀				C ₄₉ H ₁₀₀			
C ₅₀ H ₁₀₂				C ₅₀ H ₁₀₂			
C ₅₁ H ₁₀₄				C ₅₁ H ₁₀₄			
C ₅₂ H ₁₀₆				C ₅₂ H ₁₀₆			
C ₅₃ H ₁₀₈				C ₅₃ H ₁₀₈			
C ₅₄ H ₁₁₀				C ₅₄ H ₁₁₀			
C ₅₅ H ₁₁₂				C ₅₅ H ₁₁₂			
C ₅₆ H ₁₁₄				C ₅₆ H ₁₁₄			
C ₅₇ H ₁₁₆				C ₅₇ H ₁₁₆			
C ₅₈ H ₁₁₈				C ₅₈ H ₁₁₈			
C ₅₉ H ₁₂₀				C ₅₉ H ₁₂₀			
C ₆₀ H ₁₂₂				C ₆₀ H ₁₂₂			
C ₆₁ H ₁₂₄				C ₆₁ H ₁₂₄			
C ₆₂ H ₁₂₆				C ₆₂ H ₁₂₆			
C ₆₃ H ₁₂₈				C ₆₃ H ₁₂₈			
C ₆₄ H ₁₃₀				C ₆₄ H ₁₃₀			
C ₆₅ H ₁₃₂				C ₆₅ H ₁₃₂			
C ₆₆ H ₁₃₄				C ₆₆ H ₁₃₄			
C ₆₇ H ₁₃₆				C ₆₇ H ₁₃₆			
C ₆₈ H ₁₃₈				C ₆₈ H ₁₃₈			
C ₆₉ H ₁₄₀				C ₆₉ H ₁₄₀			
C ₇₀ H ₁₄₂				C ₇₀ H ₁₄₂			
C ₇₁ H ₁₄₄				C ₇₁ H ₁₄₄			
C ₇₂ H ₁₄₆				C ₇₂ H ₁₄₆			
C ₇₃ H ₁₄₈				C ₇₃ H ₁₄₈			
C ₇₄ H ₁₅₀				C ₇₄ H ₁₅₀			
C ₇₅ H ₁₅₂				C ₇₅ H ₁₅₂			
C ₇₆ H ₁₅₄				C ₇₆ H ₁₅₄			
C ₇₇ H ₁₅₆				C ₇₇ H ₁₅₆			
C ₇₈ H ₁₅₈				C ₇₈ H ₁₅₈			
C ₇₉ H ₁₆₀				C ₇₉ H ₁₆₀			
C ₈₀ H ₁₆₂				C ₈₀ H ₁₆₂			
C ₈₁ H ₁₆₄				C ₈₁ H ₁₆₄			
C ₈₂ H ₁₆₆				C ₈₂ H ₁₆₆			
C ₈₃ H ₁₆₈				C ₈₃ H ₁₆₈			
C ₈₄ H ₁₇₀				C ₈₄ H ₁₇₀			
C ₈₅ H ₁₇₂				C ₈₅ H ₁₇₂			
C ₈₆ H ₁₇₄				C ₈₆ H ₁₇₄			
C ₈₇ H ₁₇₆				C ₈₇ H ₁₇₆			
C ₈₈ H ₁₇₈				C ₈₈ H ₁₇₈			
C ₈₉ H ₁₈₀				C ₈₉ H ₁₈₀			
C ₉₀ H ₁₈₂				C ₉₀ H ₁₈₂			
C ₉₁ H ₁₈₄				C ₉₁ H ₁₈₄			
C ₉₂ H ₁₈₆				C ₉₂ H ₁₈₆			
C ₉₃ H ₁₈₈				C ₉₃ H ₁₈₈			
C ₉₄ H ₁₉₀				C ₉₄ H ₁₉₀			
C ₉₅ H ₁₉₂				C ₉₅ H ₁₉₂			
C ₉₆ H ₁₉₄				C ₉₆ H ₁₉₄			
C ₉₇ H ₁₉₆				C ₉₇ H ₁₉₆			
C ₉₈ H ₁₉₈				C ₉₈ H ₁₉₈			
C ₉₉ H ₂₀₀				C ₉₉ H ₂₀₀			
C ₁₀₀ H ₂₀₂				C ₁₀₀ H ₂₀₂			

2. Stufe 2

Datum: 21-31.5.1940

Dekade: 3. Mai - 1939

Produktion

St. Stockanalyse vom Rohgasol Bau 119, Nr. 88

Siedeanalyse vom Rohbenzin Bau 119, Nr. 53

③

Utergewicht: 2.150 g

④

Menge Rohgasol	108.735 Nm ³	233.780.250 g	Menge Rohbenzin	413.680 kg =	413.680.000 g
gC ₁ -K-W	Gew.% C ₁ -K-W	=	gC ₁ -K-W	Menge Rohöl	177.060 kg =
gC ₂ -K-W	C ₂ -K-W	12.25 =	28.638.081 gC ₂ -K-W	Gew.% C ₂ -K-W	71.4 =
gC ₃ -K-W	C ₃ -K-W	22.23 =	54.307.152 gC ₃ -K-W	IOI + C ₈ -K-W	=
gC ₄ -K-W	C ₄ -K-W	49.60 =	115.955.004 gC ₄ -K-W	Gew.% C ₄ -K-W	16.1 =
gC ₅ -K-W	C ₅ -K-W	2.65 =	6.195.177 gC ₅ -K-W	gC ₆ -K-W	12.4 =
gCH ₄	CH ₄	0.11 =	257.158 gCH ₄	gC ₇ -K-W	0.1 =
gCO	CO	0.61 =	1.426.060 gCO	gC ₈ -K-W	=
gCO ₂	CO ₂	11.48 =	26.837.973 gCO ₂	gC ₉ -K-W	=

⑧

- C₃-K-W

①	673.251.553 g
②	37.084.154 g
③	115.955.004 g
④	413.680 g
⑤	826.704.381 g
⑥	82.182.728 g
⑦	784.521.663 g
⑧	126.107 g
⑨	12.678 g
⑩	108.182 g
⑪	8.328 g
⑫	89.758 g

⑨

- C₂-K-W

①	764.521.663 g
②	129.794.540 g
③	6.195.177 g
④	g
⑤	900.511.380 g
⑥	110.214.681 g
⑦	790.296.639 g
⑧	130.359 g
⑨	3.580 g
⑩	109.782 g
⑪	2.352 g
⑫	72.170 g

Idéal-Gas-Berechnung

53.311.024 · 0.858 =
45.740.859 · 0.428 =
106.871.165
2.419.156.494
2.526.027.659 · 1.25 = 2.020.822.146 gCO ₂
Σ g C ₁ -K-W / Nm ³ CO + 2H ₂ = 6.062.666 m ³ CO + 2H ₂
gC / Nm ³ CO + 2H ₂
Σ gC / Nm ³ CO + 2H ₂
Gew.% C vom C-Einsatz
Σ Gew.% C vom C-Einsatz

⑬

CO-Gesamtumsatz

②	813.373.862 g
①	2.419.156.494 g
③	1.605.782.632 g

⑭

Spezifische Ofenzahlen

Vol.% CO + 2H ₂	51.16
Ofenzahl:	35.9
Ofenbelastung:	
a) Nm ³ Sy-Gas / h / Ofen	1.251
b) Nm ³ CO + 2H ₂ / h / Ofen	640
Umrechnungskonstante zur Bestimmung der Ofenleistung	
Nm ³ CO + 2H ₂ / h / Ofen = 24 ·	15.360
Bemerkungen:	

Σ gC / Nm³ CO + 2H₂
 gC / Nm³ CO + 2H₂
 Σ gC / Nm³ CO + 2H₂
 Gew.% C vom C-Einsatz
 Σ Gew.% C vom C-Einsatz

⑬

100 = 160.578.263.210 g =
 2.419.156.494

66.38 % umges. CO-Menge

⑧

- C₃-K-W

①	673.251.553 g
②	115.955.004 g
③	413.680 g
④	789.820.237 g
⑤	82.182.728 g
⑥	727.437.509 g
⑦	119.990 g
⑧	8.938 g

⑨

- C₂-K-W

①	727.437.509 g
②	6.195.177 g
③	g
④	733.632.686 g
⑤	110.214.681 g
⑥	623.416.005 g
⑦	102.832 g
⑧	17.158 g

Σ gC₁-K-W / Nm³ CO + 2H₂
 gC₁-K-W / Nm³ CO + 2H₂

698A C-Bilanzberechnung Schwarzheide 2.8

Einsatz

Stockanalysen vom Sy-Gas 1152 Nr. 89 - 90

Stockanalyse vom Restgas Bau 119, Nr. 91

①

②

Litergewicht 1.388 g/l

Menge Sy-Gas 11 852 000 Nm³ 11 913 197 000 g
CO+2H₂ 6 062 486 Nm³

Menge Restgas 7 481 000 Nm³ 9 758 988 000 g

Menge C ₂ H ₄	=	gC ₂ H ₄
C ₂ H ₆	=	gC ₂ H ₆
C ₃ H ₈	=	gC ₃ H ₈
C ₄ H ₁₀	=	gC ₄ H ₁₀
C ₅ H ₁₂	=	gC ₅ H ₁₂
C ₆ H ₁₄	=	gC ₆ H ₁₄
C ₇ H ₁₆	=	gC ₇ H ₁₆
C ₈ H ₁₈	=	gC ₈ H ₁₈
C ₉ H ₂₀	=	gC ₉ H ₂₀
C ₁₀ H ₂₂	=	gC ₁₀ H ₂₂
CH ₄	=	gCH ₄
CO	=	gCO
CO ₂	=	gCO ₂

Gew.% C ₂ H ₄	=	gC ₂ H ₄ -K-W
C ₂ H ₆	=	gC ₂ H ₆ -K-W
C ₃ H ₈	=	gC ₃ H ₈ -K-W
C ₄ H ₁₀	=	gC ₄ H ₁₀ -K-W
C ₅ H ₁₂	=	gC ₅ H ₁₂ -K-W
C ₆ H ₁₄	=	gC ₆ H ₁₄ -K-W
C ₇ H ₁₆	=	gC ₇ H ₁₆ -K-W
C ₈ H ₁₈	=	gC ₈ H ₁₈ -K-W
C ₉ H ₂₀	=	gC ₉ H ₂₀ -K-W
C ₁₀ H ₂₂	=	gC ₁₀ H ₂₂ -K-W
CH ₄	=	gCH ₄
CO	=	gCO
CO ₂	=	gCO ₂

⑤

⑥

⑦

⑧

C ₂ H ₄ -K-W	472 407 520 g
C ₂ H ₆	28 638 081 g
C ₃ H ₈	66 602 480 g
C ₄ H ₁₀	567 648 081 g
C ₅ H ₁₂	567 648 081 g
C ₆ H ₁₄	93 633 g
C ₇ H ₁₆	13 228 g
C ₈ H ₁₈	28 839 g
C ₉ H ₂₀	8 691 g
C ₁₀ H ₂₂	51 295 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

C ₂ H ₄ -K-W	472 407 520 g
C ₂ H ₆	28 638 081 g
C ₃ H ₈	66 602 480 g
C ₄ H ₁₀	567 648 081 g
C ₅ H ₁₂	567 648 081 g
C ₆ H ₁₄	93 633 g
C ₇ H ₁₆	13 228 g
C ₈ H ₁₈	28 839 g
C ₉ H ₂₀	8 691 g
C ₁₀ H ₂₂	51 295 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

C ₂ H ₄ -K-W	567 648 081 g
C ₂ H ₆	54 307 152 g
C ₃ H ₈	51 296 320 g
C ₄ H ₁₀	673 251 553 g
C ₅ H ₁₂	673 251 553 g
C ₆ H ₁₄	111 052 g
C ₇ H ₁₆	13 667 g
C ₈ H ₁₈	93 596 g
C ₉ H ₂₀	9 635 g
C ₁₀ H ₂₂	61 430 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

C ₂ H ₄ -K-W	567 648 081 g
C ₂ H ₆	54 307 152 g
C ₃ H ₈	51 296 320 g
C ₄ H ₁₀	673 251 553 g
C ₅ H ₁₂	673 251 553 g
C ₆ H ₁₄	111 052 g
C ₇ H ₁₆	13 667 g
C ₈ H ₁₈	93 596 g
C ₉ H ₂₀	9 635 g
C ₁₀ H ₂₂	61 430 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

⑩

⑪

⑫

CH ₄	767 056 457 g
C ₂ H ₆	257 158 g
C ₃ H ₈	767 313 615 g
C ₄ H ₁₀	829 365 703 g
C ₅ H ₁₂	62 052 088 g
C ₆ H ₁₄	10 235 g
C ₇ H ₁₆	2 876 g
C ₈ H ₁₈	102 086 g
C ₉ H ₂₀	5 043 g
C ₁₀ H ₂₂	67 067 g
Summe	1 043 104 %

CO ₂	6 983 531 813 g
CO	28 837 973 g
CH ₄	7 010 369 786 g
C ₂ H ₆	7 172 345 017 g
C ₃ H ₈	161 975 226 g
C ₄ H ₁₀	28 218 g
C ₅ H ₁₂	7 294 g
C ₆ H ₁₄	94 792 g
C ₇ H ₁₆	4 792 g
C ₈ H ₁₈	62 275 g
Summe	1 043 104 %

CO	811 947 802 g
CH ₄	1 426 080 g
C ₂ H ₆	813 373 862 g
C ₃ H ₈	134 166 g
C ₄ H ₁₀	57 423 g
C ₅ H ₁₂	152 215 g
C ₆ H ₁₄	37 725 g
C ₇ H ₁₆	100 000 g
C ₈ H ₁₈	100 000 g
C ₉ H ₂₀	100 000 g
C ₁₀ H ₂₂	100 000 g
Summe	1 043 104 %

CO	811 947 802 g
CH ₄	1 426 080 g
C ₂ H ₆	813 373 862 g
C ₃ H ₈	134 166 g
C ₄ H ₁₀	57 423 g
C ₅ H ₁₂	152 215 g
C ₆ H ₁₄	37 725 g
C ₇ H ₁₆	100 000 g
C ₈ H ₁₈	100 000 g
C ₉ H ₂₀	100 000 g
C ₁₀ H ₂₂	100 000 g
Summe	1 043 104 %

⑤

⑥

⑦

⑧

C ₂ H ₄ -K-W	472 407 520 g
C ₂ H ₆	28 638 081 g
C ₃ H ₈	66 602 480 g
C ₄ H ₁₀	567 648 081 g
C ₅ H ₁₂	567 648 081 g
C ₆ H ₁₄	93 633 g
C ₇ H ₁₆	13 228 g
C ₈ H ₁₈	28 839 g
C ₉ H ₂₀	8 691 g
C ₁₀ H ₂₂	51 295 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

C ₂ H ₄ -K-W	472 407 520 g
C ₂ H ₆	28 638 081 g
C ₃ H ₈	66 602 480 g
C ₄ H ₁₀	567 648 081 g
C ₅ H ₁₂	567 648 081 g
C ₆ H ₁₄	93 633 g
C ₇ H ₁₆	13 228 g
C ₈ H ₁₈	28 839 g
C ₉ H ₂₀	8 691 g
C ₁₀ H ₂₂	51 295 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

C ₂ H ₄ -K-W	567 648 081 g
C ₂ H ₆	54 307 152 g
C ₃ H ₈	51 296 320 g
C ₄ H ₁₀	673 251 553 g
C ₅ H ₁₂	673 251 553 g
C ₆ H ₁₄	111 052 g
C ₇ H ₁₆	13 667 g
C ₈ H ₁₈	93 596 g
C ₉ H ₂₀	9 635 g
C ₁₀ H ₂₂	61 430 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

C ₂ H ₄ -K-W	567 648 081 g
C ₂ H ₆	54 307 152 g
C ₃ H ₈	51 296 320 g
C ₄ H ₁₀	673 251 553 g
C ₅ H ₁₂	673 251 553 g
C ₆ H ₁₄	111 052 g
C ₇ H ₁₆	13 667 g
C ₈ H ₁₈	93 596 g
C ₉ H ₂₀	9 635 g
C ₁₀ H ₂₂	61 430 g
CH ₄	10 235 g
CO	2 876 g
CO ₂	102 086 g
Summe	1 043 104 %

2. Stufe 1-2 Datum: 21.-31.5.1939.

Dekade: 3. Mai - 1939

Produktion

Nr. 91 Stockanalysen vom Rohgasol 1+2, Nr. 87-88 Siedeanalysen vom Rohbenzin 1+2, Nr. 57-59

500 000 g	Menge Rohgasol	229 510 Nm ³	500 541 500 g	Menge Rohbenzin	1 479 590 kg = 1 479 590 000 g
g C ₁ -K-W	Menge C ₁ -K-W	3 024 382	g C ₁ -K-W	Menge Rohöl	1 178 030 kg = 1 178 030 000 g Rohöl
g C ₂ -K-W	C ₂ -K-W	65 243 653	g C ₂ -K-W	Menge C ₂ -K-W	1 004 249 980 g C ₂ -K-W
g C ₃ -K-W	C ₃ -K-W	145 192 172	g C ₃ -K-W	g C ₃ -K-W	2 182 279 980 g Rohöl +
g C ₄ -K-W	C ₄ -K-W	211 671 628	g C ₄ -K-W	Menge C ₄ -K-W	C ₄ -K-W
g C ₅ -K-W	C ₅ -K-W	12 720 400	g C ₅ -K-W	C ₅ -K-W	218 448 470 g C ₅ -K-W
g CH ₄	CH ₄	931 360	g CH ₄	C ₆ -K-W	413 880 g C ₆ -K-W
g CO	CO	3 640 769	g CO		
g CO ₂	CO ₂	57 331 617	g CO ₂		

⑧

C₃-K-W

⑦	2 303 783 507 g
⑧	38 150 154 g
⑨	211 671 628 g
⑩	413 880 g
⑪	3 154 018 989 g
	150 538 g
	10 056 g
	126 751 g
	8,868 %
	71,441 %

⑨

C₂-K-W

⑦	3 154 018 989 g
⑧	129 794 540 g
⑨	12 720 400 g
⑩	g
⑪	3 296 533 909 g
	197 338 g
	5 228 g
	132 479 g
	3,229 %
	76,670 %

⑬

CO-Gesamtumsatz:

②	822 184 821 g
③	8 723 053 095 g
④	7 900 888 274 g

⑭

⑬	100 = 790 088 827 400 g
⑭	8 723 053 095 g

30,57 % unges. CO-Menge

⑭

Spezifische Ofenzahlen:

CO + 2H ₂ Vol. %	62,98
Ofenzahl:	136,0

Ofenbelastung:	
a) Nm ³ Sy-Gas/h/Ofen	703
b) Nm ³ CO + 2H ₂ /h/Ofen	584

Umrechnungskonstante zur Bestimmung der Ofenleistung

Nm³ CO + 2H₂/h/Ofen 21 = 14,700
Bemerkungen

⑩

C₃-K-W

⑦	2 303 783 507 g
⑧	211 671 628 g
⑨	413 880 g
⑩	3 115 868 815 g
	145 712 g
	10 116 g

⑪

C₂-K-W

⑦	3 115 868 815 g
⑧	12 720 400 g
⑨	g
⑩	3 128 589 215 g
	145 323 g
	0 611 g

g C₁-K-W/Nm³ CO + 2H₂
g C₂-K-W/Nm³ CO + 2H₂

699A

C-Bilanzrechnung Schwarzheide 1+2. Stufe

Einsatz

Stackanalysen vom Sy-Gas 1+2, Nr. 0, Nr. Stackanalyse vom Restgas 2, V-Of. Nr. 91

①		②	
Menge Sy-Gas	25 243 400 Nm ³	Menge Restgas	7 461 000 Nm ³
0,215	20 951 853 Nm ³	Vers-Ofen	28 400 Nm ³
Menge C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W	Menge C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W
C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W	C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W
C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W	C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W
C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W	C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W
C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W	C ₅ -K-W	gC ₅ -K-W
CH ₄	274 533 198 gCH ₄	CH ₄	767 056 457 gCH ₄
CO	6 723 053 095 gCO	CO	811 947 802 gCO
CO ₂	6 256 807 347 gCO ₂	CO ₂	6 989 825 283 gCO ₂

③		④		⑤		⑥	
C ₅ -K-W		C ₅ -K-W		C ₅ -K-W		C ₅ -K-W	
①	2 185 304 342 g	①	2 185 304 342 g	①	2 540 142 885 g	①	2 540 142 885 g
②	3 024 382 g	②	3 024 382 g	②	145 192 172 g	②	145 192 172 g
③	2 185 304 342 g	③	2 185 304 342 g	③	218 448 470 g	③	218 448 470 g
④	2 185 304 342 g	④	2 185 304 342 g	④	2 983 783 507 g	④	2 983 783 507 g
⑤	104 301 g	⑤	104 301 g	⑤	138 593 g	⑤	138 593 g
⑥	87 821 g	⑥	87 821 g	⑥	16 813 g	⑥	16 813 g
⑦	87 821 g	⑦	87 821 g	⑦	115 695 g	⑦	115 695 g
⑧	48 480 %	⑧	48 480 %	⑧	8 238 %	⑧	8 238 %
⑨	48 480 %	⑨	48 480 %	⑨	65 779 %	⑨	65 779 %

⑩		⑪		⑫	
CH ₄		CO		CO	
①	768 670 097 g	①	6 989 825 283 g	①	818 524 052 g
②	831 560 g	②	87 331 612 g	②	3 640 769 g
③	268 601 457 g	③	7 057 156 910 g	③	822 164 821 g
④	274 533 198 g	④	6 256 807 347 g	④	
⑤	484 919 258 g	⑤	600 349 089 g	⑤	
⑥	25 172 g	⑥	38 139 g	⑥	38 247 g
⑦	17 716 g	⑦	10 428 g	⑦	16 795 g
⑧	160 187 g	⑧	160 825 g	⑧	177 420 g
⑨	6 880 %	⑨	5 876 %	⑨	9 488 %
⑩	84 059 %	⑩	30 534 %	⑩	100 000 %

⑬		⑭		⑮	
C ₅ -K-W		C ₅ -K-W		C ₅ -K-W	
①	2 185 304 342 g	①	2 185 304 342 g	①	2 540 142 885 g
②	3 024 382 g	②	3 024 382 g	②	145 192 172 g
③	2 185 304 342 g	③	2 185 304 342 g	③	218 448 470 g
④	2 185 304 342 g	④	2 185 304 342 g	④	2 983 783 507 g
⑤	104 301 g	⑤	104 301 g	⑤	138 593 g
⑥	87 821 g	⑥	87 821 g	⑥	16 813 g