

Anlage zum Sitzungsbericht der Besprechung vom  
26. 3.1943 in Bergkamen.

Referat von Dr. B. L ö p m a n n über Verbesserungen in der  
Fahrweise einer Syntheseanlage zur Steigerung von Produktion,  
Ausbeute und Kontaktlebensdauer.

- - -

Die Maßnahmen, die sich bei uns zur Steigerung von Kontakteausnutzung, Ausbeute und Produktion seit langem bewährt haben, sind Ihnen einmal bereits durch unser Schreiben an die Ruhrchemie vom 17. 4.1942, worin ich die wesentlichsten Punkte kurz aufgeführt hatte, bekannt geworden, zum anderen wurden sie des öfteren im Gedankenaustausch zwischen Vertretern der einzelnen Werke und mir auf unserer Anlage ausführlich besprochen. Ich glaube daher, daß es sich erübrigt, sie nochmals, wenn auch ausführlicher, hier zu referieren. Zweckmäßiger wird es sein, sie anschließend zum Gegenstand einer gemeinsamen Aussprache zu machen, da die Arbeitsweise ja bereits auf verschiedenen Werken erfolgreich durchgeführt worden ist. Zur Aufklärung verschiedener hierbei aufgetretener Schwierigkeiten halte ich es jedoch für zweckmäßig, Ihnen eine Schilderung der historischen Entwicklung unserer Arbeitsweise zu geben und dabei auf mögliche Schwierigkeiten in der Durchführung hinzuweisen. Gleichzeitig möchte ich Ihnen die Umstände und Gründe anführen, die zu unserer Arbeitsweise geführt haben.

Nach eingehendem Studium der Holtener Ergebnisse in den Jahren 1937/38, die uns dank dem Entgegenkommen der Ruhrchemie zugänglich waren, erschienen mir folgende neue Gesichtspunkte für das erfolgreiche Betreiben der Synthese sehr wesentlich:

- I. Anwendung des Gegenstromprinzips im Kontakteinsatz.
- II. Vermeidung der Schädigung der Kontakte durch Überbelastung.
- III. Erlangung höherer Ausbeute im Gange einer rationelleren, stärkeren Aufarbeitung durch geringere Belastung der Öfen und in Ergänzung zu I sinnigemäßige Ausnutzung der hohen Anfangsaktivität der frischen Kontakte.
- IV. Vermeidung bis dahin üblicher höherer Kontraktion in der I. Stufe und damit teilweise Verschiebung der Aufarbeitung in die II. Stufe. (s. Bemerkung!)

- V. Möglichst laufende Erfassung der anfallenden Produkte zur besseren Beurteilung der jeweils getroffenen Maßnahmen, sodaß man nicht ausschließlich auf die mindestens im Anfang mehr oder weniger genauen Analysen angewiesen ist.
- VI. Das möglichst gleichmäßige Betreiben der Anlage insbesondere zur leichteren Beurteilung der Ergebnisse.

Ich bemerke ausdrücklich, daß die obenerwähnten Gesichtspunkte von Anfang an die Betriebsweise unserer Anlage maßgeblich beeinflusst haben. Es ist unverkennbar und auch aus den Monatsmittelwerten des Jahres 1939 zu erschen, daß das Anlaufen dieser Maßnahmen bereits im ersten Betriebsjahr einen nennenswerten Erfolg gebracht hat, da eine Ausbeute an Primärprodukten einschl. Gasol von 145 g im Jahresdurchschnitt erreicht wurde gegenüber einem Mittel bei den übrigen Werken von 132 g und außerdem das durchschnittliche Lebensalter der Kontakte bereits 1 635 h betrug, wobei Maximalwerte von 2 491 h schon in einem Monat erreicht wurden. Die mittlere Lebensdauer bei den übrigen Werken betrug demgegenüber 1 370 h. Es hat sich damals günstig ausgewirkt, daß wir auf Vorschlag von Herrn Direktor A l b e r t s nicht sämtliche Öfen auf einmal in Betrieb nahmen, sondern zur Erlangung eines Altersunterschiedes in den Kontakten erst im Verlauf von einigen Monaten auf den Vollbetrieb des vorhandenen Ofenraumes übergingen. Leider traten zum Herbst kurz nach Kriegsausbruch unvorhergesehene Schwierigkeiten auf. Aus den Mittelwerten des Jahres 1939/40 ist zu erschen, daß der starke Schwefeleinbruch durch die etwa im August/September 1939 einsetzende Schädigung der Feinreinigermasse durch Kondensate aus dem Koksofengas die anfangs erreichte günstige Entwicklung erheblich abgebremst hat. Hierauf ist auch der schlagartige Rück-

---

B. Ich hatte auf Grund dieser Überlegung bereits anfangs vorigen Jahres den Ausbau unserer Anlage um eine weitere Stufe vorgeschlagen. Diese Erweiterung wäre auch durchgeführt worden, scheiterte aber -wenigstens vorläufig- an dem Mangel an Kobalt. Ich erwähne dies besonders, weil der Vorschlag in etwa im Gegensatz zu dem Ergebnis des 3 Stufen --Versuches von Franz Fischer und Helmut Pichler steht, wodurch die 3. Stufe nur eine ganz minimale Ausbeutesteigerung erreicht wurde. (Br. Chem. 1936, S.27, Abb. 4).

gang des Kontaktalters in den Monaten November - Dezember 1939 zurückzuführen. Dieser Rückschlag konnte erst im Laufe des Jahres 1940 durch Verbesserung der Arbeitsweise der Feinreinigung einigermaßen kompensiert werden.

Die rechtzeitige Erkennung der Bedeutung der oben erwähnten Maßnahmen haben uns nun noch den weiteren Vorteil gebracht, daß die sich hieraus ergebenden notwendigen Ergänzungen unserer Anlage frühzeitig beantragt werden konnten und uns dadurch bereits heute schon weitgehend zur Verfügung stehen. Hierunter fällt insbesondere die Vergrößerung der Ofenzahl im Kontaktofenhaus.

Die ersten weiteren Kontaktöfen wurden gegen Ende 1940 in Betrieb genommen und konnten sich daher nennenswert erst im Jahre 1941, selbstverständlich im Zusammenhang mit der Verbesserung der Fahrweise, im oben erwähnten Sinne voll auswirken. Obwohl mir die Bedeutung des reichlichen Ofenraumes für die Anlage vor Aufstellung der ersten weiteren 8 Öfen vollkommen klar war, habe ich, insbesondere auch weil ich damals mit meiner Ansicht vollkommen allein stand - es war die Zeit der hohen Belastungen - man vergl. dazu die damaligen Mittelwerte - im Juli einen interessanten Versuch mit der ganzen Anlage durchgeführt, der einen außerordentlichen Erfolg brachte, nämlich eine Steigerung der Produktion von 4 356 t im Juni auf 4 911 t im Juli. Die Steigerung um 400 t (auf den Monat mit 30 Tagen umgerechnet), wurde ermöglicht durch entsprechende Änderung des Kontakt- und Regenerierprogramms, mit dem Ziele, mehr Ofenraum zur Verfügung zu bekommen. Ich kann diesen Versuch jedem, der noch an den Ergebnissen zweifelt, nur zur Wiederholung empfehlen. Er läßt sich jederzeit sehr leicht durchführen. Auf Grund der Ergebnisse dieses Versuches konnte ich unbedenklich die Vorschläge zur Beschaffung weiterer 16 Kontaktöfen machen, für deren Aufstellung allerdings größere bauliche Schwierigkeiten zu überwinden waren, ohne die Ergebnisse des Jahres 1941 abwarten zu müssen. Hierdurch wurde natürlich kostbare Zeit für den Ausbau gewonnen. Das Jahr 1941 brachte dann sowohl in Produktion wie in Ausbeute den erwarteten Erfolg, nämlich bei einem mittleren Ofenalter von 2 000 h eine Ausbeute von 160 g und eine Ofenleistung von bereits 1,85 t. Die Gesamtproduktion der Anlage

war dabei von 53 000 t im Jahre 1940 auf 64 000 t im Jahre 1941 angestiegen.

Das Jahr 1942 brachte dann infolge weiterer Verfeinerung der nunmehr in bereits 3 Jahren erprobten Betriebsweise einen weiteren starken Anstieg in der Kontaktausnutzung, sodaß in der gesamten Anlage ein Kontaktalter von 8 Monaten erreicht wurde, wobei die spezifische Ausbeute auf über 160 g einschl. Gasol gesteigert werden konnte. Die Kontaktleistung je Ofen erreichte fast 2 t flüssige Produkte/Tag bzw. auf Co umgerechnet über 450 t Produkt je t Kobalt.

Man darf aus dem bisher Gesagten nicht schließen, daß diese Ergebnisse allein durch Aufstellen weiterer Kontaktöfen erreicht werden können; das wäre vollkommen falsch. Es kommt nicht allein auf die Zahl der Öfen an, sondern es kommt im wesentlichen darauf an, wie sie eingesetzt und betrieben werden. Man kann diese Angelegenheit nicht nur mit dem Rechenstift allein regeln. Für die neue Betriebsweise sind jedoch zwangsläufig mehr Öfen erforderlich.

Ich möchte nun noch kurz auf die eingangs erwähnten ersten vier Maßnahmen eingehen:

Zum Gegenstromprinzip im Kontakteinsatz führte einmal die Überlegung, daß man doch die hohe Anfangskontaktaktivität besser für die Aufarbeitung schwächerer Gase verwendet, als die Kontakte durch Anfahren mit konzentrierten Gasen zu schädigen. Weiter glaube ich nicht, daß man einen Kontakt in der II. Stufe unter den gegebenen Bedingungen überhaupt wirtschaftlich restlos ausnutzen kann. Dieser Punkt scheint mir noch der wesentlichste zu sein. Der beste Beweis ist jedoch meines Erachtens das Ergebnis in unserer Anlage. Ich bin hier auch oft auf gegenteilige Ansicht gestoßen. Man scheint diese Fahrweise auch früher nicht für so wesentlich gehalten zu haben, denn wie bei den meisten übrigen Werken war auch bei unserer Anlage das Betreiben aller Öfen in der II. Stufe nicht möglich.

Als sich bei uns aus diesem Grunde ein sehr unangenehmer Engpaß anzeigte und für die Zukunft ein erheblicher Produktionsrückgang

drohte, konnte ich diese Gefahr noch eben rechtzeitig beheben durch Schaffung einer provisorischen Möglichkeit, weitere Öfen in die II. Stufe zu nehmen. Dieses Provisorium wurde dann später erweitert und hat sich so lange als sehr nützlich erwiesen, bis es im vergangenen Jahr endlich durch den vollen zweistufigen Ausbau ersetzt werden konnte.

Betreffs Kontaktüberlastung bin ich der Meinung, daß jeder Kontakt, wenn er sein Maximum an Leistung, d. h. nicht in der Zeiteinheit, sondern wenn er in seiner ganzen Laufzeit eine Höchstmenge an Benzin erzeugen soll, dies nur tut, wenn eine bestimmte Belastung nicht überschritten wird. Diese Belastung ist natürlich für jeden Zustand und auch für jeden Kontakt verschieden. Man kann diese Regelung der Belastung und Temperaturführung usw. nicht nur schematisch anordnen, sondern muß sie jemandem überlassen, der das nötige Fingerspitzengefühl dafür hat. Mit etwas Überlegung und gutem Willen läßt sich auch hierbei überall ein brauchbarer Weg finden. Er muß allerdings gefunden werden, sonst ist ein voller Erfolg nicht zu erzielen. Nach diesen Gesichtspunkten sind auch die Vorarbeiter oder Meister, die den Ofenhausbetrieb leiten, auszusuchen. Als letzte ausführende Organe brauchen sie eine mehrjährige Schulung. Man kann sich also hier kaum öfteren Wechsel leisten. Nach diesen Grundsätzen wird jedenfalls bei uns mit gutem Erfolg seit langem verfahren.

Die Maßnahmen unter I und II ergeben dann zweckmäßig nach III zur stärkeren Aufarbeitung angewandt, zwangsläufig eine höhere spezifische Ausbeute.

Zu den Maßnahmen nach 4 führte die Überlegung, daß es unverständlich erscheint, warum man beide Stufen so verschieden beanspruchen soll. Da für den günstigen Ablauf der Synthese ja die schnelle Abfuhr der Reaktionswärme so außerordentlich wesentlich ist, ist es auch abgesehen von Gleichgewichtsgründen sicher zweckmäßiger, die Aufarbeitung gleichmäßig auf beide Stufen zu verteilen; hierdurch werden auch weitgehend kontaktschädigende Durchgänge in der I. Stufe besser vermieden.

Es ist klar, daß die obenerwähnten Maßnahmen, da es sich dabei um eine weitgehende Veränderung der bisherigen Betriebsweise handelt, nur allmählich, Zug um Zug, durchgeführt werden können, so daß sich die mit einer größeren Anlage in dieser Richtung durchgeführten Versuche zur Vermeidung von etwaigen Produktionsausfällen nur in größeren Zeiträumen abspielen können. Um über Auswirkungen dieser Maßnahmen möglichst bald ein klares, sicheres Bild zu bekommen, hielt ich es für richtig, von vornherein bei der Beurteilung nicht nur von der Gasanalyse auszugehen, sondern möglichst, wenn es ging stündlich, die laufend anfallende Produktion zu messen. Besonders aus diesem Grunde war es zweckmäßig, den Betrieb, soweit zugänglich, möglichst gleichmäßig zu führen.

Für die erfolgreiche Durchführung der obenangeführten Maßnahmen im Betriebe sind nun noch folgende Gesichtspunkte außerordentlich wesentlich:

- 1.) Die Betriebsweise der Öfen der II. Stufe,
- 2.) Regelung des Kontakteinsatzes im Einklang mit der Gaserzeugung,
- 3.) Zuverlässige Überwachung des gesamten Ofenbetriebes, insbesondere hinsichtlich der Regeneration und Temperaturführung.

Von diesen Dingen hängen weitgehend Erfolg oder Mißerfolg der gesamten Maßnahmen ab. Der Kontakteinsatz muß so geregelt sein, daß eine Überbeanspruchung in der II. Stufe nicht stattfinden kann. Ist der Kontakt in der II. Stufe durch Überbelastung, die für jeden Kontakt wieder verschieden sein kann, wesentlich geschädigt, so kann er natürlich in der I. Stufe keine langen Laufzeiten erreichen und muß frühzeitig entleert werden. Es ist nicht möglich, hierfür ein genaues Schema anzugeben. Im allgemeinen erreichen die Kontakte bei uns in der II. Stufe Temperaturen von 192 bis zu 194°C und werden dann in die I. Stufe übernommen, hierbei sind natürlich geringfügige, so vor allen Dingen kurzzeitige Überschreitungen noch nicht so gefährlich. Geht man so vor, so ist der Kontakt beim Umfahren noch derartig reaktionsfähig, daß er wenigstens in unseren Rohrbogenöfen nur unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen umgefahren werden kann. Er zeigt also trotz Beanspruchungen in der II. Stufe über 2 - 3 Monate hinweg

noch eine Aktivität, wie sie sonst nur bei frischen Kontakten zu finden ist.

Um einen möglichst gleichmäßigen Betrieb in der Anlage zu erreichen, ist es weiter notwendig, den Kontakteinsatz weitgehend in Einklang mit der Gaserzeugung zu bringen, d. h. das Kontaktprogramm so aufzustellen, daß das Maximum in der Gaserzeugung mit der höchst möglichen in Betrieb befindlichen Ofenzahl zusammentrifft. Hierauf ist besonders beim Reparaturprogramm in der Generatorenanlage entsprechende Rücksicht zu nehmen. Das wird sich zwar nicht immer durchführen lassen, wie auch die Kontakte nicht in allen Fällen rechtzeitig herankommen werden. Es ist natürlich für eine Anlage, die wenig Kontakte verbraucht, leichter durchzuführen, als bei einer Anlage, die einen hohen Kontaktverbrauch hat, Es ist dies gleichzeitig ein weiterer Vorteil, der für die Kontakteinsparung spricht. Insbesondere ist jedoch bei der Aufstellung des Kontaktprogramms die unterschiedliche Leistung der einzelnen Kontakte zu beachten, und das Kontaktprogramm, das auch sämtliche vorgesehenen Regenerierungen zum mindesten über 1 - 2 Monate im voraus enthalten sollte, an Hand des Verhaltens der Kontakte im Betriebe laufend zu überprüfen. So bekommt man täglich einen Überblick über das vorhandene Kontaktvolumen und kann etwaige Engpässe, die sich dann schon für mehrere Monate im voraus berechnen lassen, durch entsprechenden Kontakteinsatz stets rechtzeitig korrigieren.

Für die Erzielung günstiger Ergebnisse ist eine zuverlässige Überwachung des gesamten Ofenbetriebes eine Selbstverständlichkeit. Von Anfang an hat sich bei uns zur Überwachung der Aufarbeitung am besten die Überprüfung durch registrierende CO<sub>2</sub>-Bestimmung mittels Monoapparat bewährt. Für je 4 Öfen ist mindestens ein Apparat erforderlich, sodaß jeder Ofen alle 4 Stunden zwangsläufig in seiner Kontraktion überprüft wird. Die Monoapparate selbst bedürfen dann allerdings dauernd einer Kontrolle durch Orsatanalyse. Die Orsatanalyse allein genügt jedoch meines Erachtens für eine saubere Syntheseführung nicht, da hierbei die menschliche Unzulänglichkeit nicht genügend ausgeschaltet werden kann. Um ausreichend zu sein, würde sie auch zu viel Personal beanspruchen.

Auf die laboratoriumsmäßige Überwachung des Synthesegases, die bei uns infolge der natürlichen Schwankungen in der Zusammensetzung des Koksofengases sehr wichtig ist und ganz außerordentliche Anforderungen an die analytische Arbeit des Laboratoriums stellt, möchte ich hier nicht näher eingehend.

Weitere Apparate, die zur Kontrolle der Anlage von Wichtigkeit sind und sich bei uns besonders bewährt haben, sind die Dichteschreiber im Synthesegas an den verschiedensten Stellen und das Kalorimeter im Restgas. Beobachtet man dazu noch die anfallende Gasmenge in der Stabilisierung und hat außerdem einen guten Überblick über den Zustand der Generatorenanlage, so sind alle Fehler, die auftreten können, verhältnismäßig leicht zu finden und man hat die Anlage fest in der Hand. Dieses ist auch unbedingt notwendig, wenn man alle Möglichkeiten voll ausschöpfen will. Nur so ist auch am besten ein gleichmäßiger Betrieb zu erreichen und können auftretende Engpässe frühzeitig erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen rechtzeitig getroffen werden. Das gute Hand- in Handarbeiten zwischen Gaserzeugungsanlage und Synthesebetrieb ist also eine wichtige Voraussetzung für die Erreichung des vollen Erfolges.

Ganz kurz möchte ich noch auf die Gasschwankungen, und zwar Mengen- und Zusammensetzungsschwankungen in der Anlage zurückkommen. Daß diese nach Möglichkeit zu vermeiden sind, ist klar, daß es nicht immer möglich ist, ist durch die Erfahrung leider mehr als einem lieb ist, bewiesen. Auch bei uns treten des öfteren sowohl Mengen als auch außerordentlich starke Schwankungen in der Zusammensetzung des Synthesegases auf. Wie jedoch aus den hier vorliegenden Diagrammen dieses Monats, worauf ich die jeweilig erreichte Ausbeutezahl vermerkt habe, hervorgeht, wurde es möglich, sie zu kompensieren, sodaß nennenswerte Ausbeuteverschlechterungen kaum dadurch mehr hervorgerufen werden.

Die weiteren erstmalig hier getroffenen Maßnahmen, wie das Anfahren der Kontakte mit Restgas II, die Kombination von Extraktion und Hydrierung zur Regeneration der Kontakte und der von Inbetriebnahme der H<sub>2</sub>-Anlage im Mai 1939 an ausgeführte H<sub>2</sub>-Zusatz zum Sygas II möchte ich nur kurz streifen, da sie schon öfter

der Gegenstand von Besprechungen in Erfahrungsaustauschsitzungen waren. Der Zusatz von  $H_2$  zum Sygas II wurde im Mai 1939 erstmalig ausgeführt, und sollte es im wesentlichen -mit Rücksicht auf das starke Schwanken des  $CO = H_2$ -Verhältnisses- ermöglichen, mit einem niederen Verhältnis als 1 : 2 in die I-Stufe einzutreten. Das Anfahren der Kontaktöfen mit Restgas II sollte neben dem Überbrücken der Anfahrschwierigkeiten den ersten Versuch für eine III. Stufe darstellen, wobei gleichzeitig die Grenze der Sygasaufarbeitung zur Ausbeutesteigerung überprüft werden sollte. Daß sie sich außerordentlich bewährt hat, wurde schon des öfteren erwähnt. Sie wurde ja auch bereits von verschiedenen Werken mit Erfolg übernommen. Ähnlich wurde auch die Kombination von Extraktion und Hydrierung meines Wissens schon von mehreren Werken nach unseren Erfahrungen mit Erfolg durchgeführt. Die heutige Auswirkung auf die Verlängerung der Kontaktlebensdauer ist aus den vorliegenden Temperaturkurven 6, 7 und 8 eindeutig zu ersehen. Hier sind 8 verschiedene Kurven mit einigen näheren Angaben zusammengestellt, um einmal die Abhängigkeit der Lebensdauer des Kontaktes von seiner Behandlung in der II. Stufe darzustellen, weil hier meines Erachtens eine der größten Schwierigkeiten liegt. Zum andern ist aus dieser Kurvenschar der erzielte Fortschritt besonders drastisch ersichtlich. Die Kurve 8 gehört zu einem in diesem Monate entleerten Kontakt. Die Kurve 1 stellt eine besonders ungünstige Kontaktfahrperiode aus der 1. Betriebszeit dar. Aus 4 und 6 ist zu entnehmen, daß eine Regeneration in der II. Stufe nicht viel nützt. Sie wird bei uns auch seit langer Zeit nicht mehr durchgeführt, höchstens gelegentlich als Notmaßnahme. Die Kurven 7 und 8 zeigen eine z. Zt. noch übliche Temperaturführung und Anordnung der Regenerierung. Auch sie stellen noch nichts Abschließendes dar, sondern sie sollen nur als Anhalt dienen. Es sind noch weitere Verbesserungen möglich bzw. bereits in der Auswirkung begriffen, wie auch schon aus den Mittelwerten des Monat Februar zu ersehen ist. Nachdem die Ausbeute von 160 g bei uns schon seit längerer Zeit überschritten ist, nähert sie sich nach dem bisherigen Ergebnis dieses Monats schon sehr der nächsten Dekade. Ich verspreche mir nun noch sehr viel von der weiteren Verfeinerung unserer Fahrweise, da aus verständlichen Gründen noch immer kein Beharrungszustand erreicht ist. Wir

glauben daher, mit gutem Recht sagen zu können, daß die Benzin-  
synthese nach Fischer-Tropsch-Ruhrchemie durch die oben geschil-  
derte und bei uns erstmalig ausgeführte Fahrweise eine wesentli-  
che Verbesserung erfahren hat und daß sie dadurch, insbesondere  
in wirtschaftlicher Beziehung, einen erheblichen Auftrieb erhal-  
ten wird.

gez. L ö p m a n n .

Betrifft: Erfahrungsaustauschsitzung der Synthesewerke über  
Verlängerung der Kontaktlaufzeiten durch die Fahr-  
weise der Essener Steinkohle in Bergkamen am 26.3.43.

---

Weingartner, Schwarzheide, teilt mit, daß auf Grund eigener, längere Zeit zurückliegender, systematischer Untersuchungen zwei Betriebsweisen, wie sie in der Fahrweise der Essener Steinkohle vorgesehen sind, konsequent durchgeführt wurden.

- 1.) Hydrierung neben der Extraktion in Form von sogenannten Kurzhydrierungen im Anschluß an die zweite, dritte usw. Extraktion der Kontakte der 1. Stufe und
- 2.) Verschiebung der Ofenverhältnisse zwischen der 1. und 2. Stufe zu Gunsten einer stärkeren 2. Stufe und damit höherer Belastung in der 1. Stufe bei niedrigerem Umsatz der 1. Stufe, niedrigerer Belastung und höherem Umsatz der 2. Stufe.

Beide Maßnahmen brachten bzw. sind gleichbedeutend mit einer Absenkung der Temperatur und damit Verbesserung der Flüssigausbeute bei gleichbleibender, hoher Gesamtausbeute. So konnte im Laufe des Jahres 1942 bei einer Gesamtausbeute von 165 g die Flüssigausbeute von 130 auf 140 g gesteigert werden. Vor allen Dingen trat dabei die vom Reichsamt geforderte Erhöhung der Paraffin- und Paraffingatsch-Ausbeute ein. Eine Verlängerung der Kontaktlaufzeit wurde hierbei nicht vorgenommen. Nach dem Ergebnis immer wiederholter Versuche ist eine größere Laufzeiterhöhung ohne Absinken der Ausbeute in Schwarzheide wegen der Gegenwart der Kondensate im Synthesegas, das aus Braunkohle hergestellt wird, nicht zu erreichen. Eine Laufzeitverlängerung der Kontakte der 1. Stufe um etwa 10, höchstens 15 %, erscheint bei den heutigen Verhältnissen ohne merkliches Absinken der Ausbeute als äußerstes vielleicht möglich. Um längere Laufzeiten, wie sie bei Essener Steinkohle vorliegen, zu erreichen, müssen zunächst die Kondensate aus dem Synthesegas entfernt werden. Dies ist beabsichtigt durch Feinstreinigung eines Teiles des Synthesegases unter Benutzung der Trocken- und Kühlstufe der vorhandenen Aktivkohle-Anlagen.

Unabhängig von der Kontaktschädigung der 1. Stufe durch Kondensateinfluß wird in der 2. Stufe eine starke Schädigung festgestellt, die nicht auf Kondensateinfluß zurückgeführt werden kann. Eingehende Versuche haben gezeigt, daß diese Schädigung auf gleichzeitige Einwirkung von Kohlensäure und Wasserdampf im Synthesegas II zurückzuführen ist. Das Kobalt wird allmählich korrodiert und unwirksam gemacht. Es ist vorgesehen, das Gas zu trocknen bzw. zu überhitzen, da festgestellt wurde, daß trockenem Synthesegas bei hohem Kohlensäuregehalt nicht schädigt.

In Schwarzheide sind Belastungsschwankungen infolge der noch nicht auf den letzten Stand gebrachten Gaserzeugung nicht zu vermeiden. Sie werden mit der Gesamtanlage aufgefangen, d. h. die Kontakte fahren mit schwankenden Belastungen. Die schwankenden Belastungen werden durch entsprechend sorgfältiges Nachfahren der Temperaturen in der Weise aufgefangen, daß bei verschiedener Belastung stets ein gleicher Umsatz eingehalten wird.

Es wird vermutet, daß die Ergebnisse bezüglich der Laufzeit bei Essener Steinkohle deshalb so besonders günstig sind, weil

1. infolge Feinstreinigung keine hochsiedenden Kondensate im Gas der 1. Stufe vorhanden sind und
2. der Kohlensäuregehalt im Gas der 1. Stufe nur 3 bis 4 % und in der 2. Stufe nur 10 bis 12 % beträgt gegenüber 14 bis 15 % im Sygas I und 35 bis 40 % im Sygas II in Schwarzheide.

Der Wassergehalt bei Essener Steinkohle im Sygas II ist noch nicht genau bekannt, doch muß er niedriger liegen als in Schwarzheide, da die AK-Anlage der Essener Steinkohle mit Schlußkühlern versehen ist. Immerhin ist es auffällig, daß auch, wie aus dem von Essener Steinkohle vorgelegten Diagramm hervorgeht, die Verlängerung der Kontaktlaufzeit im wesentlichen dadurch erreicht wird, daß die Laufzeiten in der 2. Stufe gegenüber früher verkürzt, in der 1. Stufe gegenüber früher dagegen ganz erheblich verlängert worden sind. Dies läßt ebenfalls auf eine noch relativ starke Schädigung in der 2. Stufe auch hier schließen.

gez. Weingaertner.

Alberts begrüßte die Vertreter der einzelnen Werke und stellte fest, dass auf dieser von der Ruhrohemie einberufenen Besprechung einmal die Stellungnahme der einzelnen Werke zur Synthesefahrweise der Chemischen Werke Essener Steinkohle, zum anderen die Kobaltversorgungslage besprochen werden soll.

Schwenke begrüßt für die Chemischen Werke Essener Steinkohle die Teilnehmer. Vor dem Referat Löpmanns, das eingehend die Fahrweise seines Werkes darlegen soll, erklärt Schwenke in kurzer Ausführung die Entwicklung des Treibstoffwerkes in Bergkamen wie folgt:

Da der Absatz an Koks und Gas bei der Kokerei Bergkamen Schwierigkeiten bereitete, wurde in den Jahren 1935/36 mit der Planung des Treibstoffwerkes begonnen. Das Werk sollte an die vorhandene Betriebseinheit angegliedert werden, d.h. sowohl die elektrische Energie wie die zusätzlich benötigte Dampfenergie wurde von der Zeche übernommen. Ferner sollte zur Verfügung stehendes Koksgas zur Herstellung des Synthesegases verwendet werden. Diese Koppelung hat sowohl wirtschaftliche Vorteile, wie aber auch beträchtliche Nachteile. Die letzteren liegen hauptsächlich in der Koksqualität. Der Koks besitzt wohl eine gute Reaktionsfähigkeit, aber sein Ascheschmelzpunkt liegt zu niedrig, vor allem bei gleichzeitiger Koksspaltung im Generator. Es war von vornherein vorauszusehen, dass keine maximale Generatorleistung zu erzielen war, und es wurde daher die Gaserzeugungsanlage mit den nötigen Reserven ausgestattet. Die Spaltung von Koksgas im Generator, über die im Grossbetrieb kaum Unterlagen vorlagen, machte eine besonders sorgfältige Überwachung der Gaszusammensetzung notwendig. Die im Synthesegas auftretenden Kondensate, die aus dem Koksgas stammen, bereiten sowohl in der Feinreinigung wie in der Synthese Schwierigkeiten, die durch nachträgliche Aufstellung eines Nachreinigers und einer Vorreinigungsanlage zur Entfernung der Kondensate mittels Aktiv-Kohle behoben werden. Das in die Gaserzeugung eingesetzte Koksgas wird dem Verwendungszweck entsprechend bewusst in seinem Stickstoffgehalt auf nur 3-4 %, also weit besser als bei anderen Kokereien gefahren. Schwankungen in der Koks zusammensetzung, die sich gerade bei dieser Art der Synthesegasherstellung sehr ungünstig bemerkbar

machen kann, sind durch die gute Zusammenarbeit der beiden Betriebe weitgehend ausgeglichen. Die Zusammenarbeit in der Kraftwirtschaft war schon dadurch gegeben, dass die Planung und Ausarbeitung durch einen Mann ausgeführt wurde, der jetzt diese Betriebe leitet.

Störungen durch äussere Einwirkungen, wie Fliegeralarm, sind selten, da 3-4-stündige Fliegeralarmlaute keine Einwirkung auf den Kokereibetrieb haben. Bei längeren Störungen tritt Gasmangel und Veränderungen in der Gaszusammensetzung auf, doch kann durch Abschalten anderer Abnehmer auch diese Schwierigkeit überwunden werden.

Schwenke betont besonders, dass die bei diesem Treibstoffwerk über das normale Mass hinausgehenden Ergebnisse auf ein persönliches Moment zurückzuführen sind. Das besteht darin, dass Löpmann allein die Leitung der Gaserzeugung und der gesamten Verarbeitung in seiner Hand vereinigt und durch seinen Einsatz, der über den normalen hinausgeht, die noch vorhandenen labilen Verhältnisse weitgehendst stabilisiert werden.

Anschliessend an diese Ausführungen berichtet Löpmann über die Synthesefahrweise seines Werkes wie folgt:

(Der Vortrag von Herrn Dr. Löpmann wird nachgereicht.)

Alberts weist zusammenfassend noch einmal auf den in diesem Werk möglichst störungsfreien und regelmässigen Betrieb hin, dessen Betriebskontrolle bei dem einfachen und klaren Aufbau des Werkes jede Veränderung täglich, ja sogar stündlich feststellen kann. Bevor in eine allgemeine Diskussion eingetreten wird, sollen die Werke Rheinpreussen und Viktor, die sich hauptsächlich um die Fahrweise Essener-Steinkohle bemüht haben, über ihre Erfahrungen berichten.

Für Rheinpreussen führt Grimme wie folgt aus: Über längere Zeit hinweg wurde durch mehrere Herren die Fahrweise in Bergkamen genau untersucht, wobei vor allem durch analytische Untersuchungen die Betriebsergebnisse bestätigt wurden. Aufgrund dieser Untersuchungen entschloss man sich, diese Fahrweise im eigenen Werk zu erproben. Hierzu waren eine ganze Reihe von Umstellungen notwendig. Zuerst wurde die Umstellung der Aktiv-Kohle-Anlage auf 2-stufigen Betrieb vorgenommen, d.h. nach jeder Synthesestufe wurde eine Aktiv-Kohle-Anlage eingeschaltet. Schon frühere Versuche, diese Fahrweise durchzuführen, scheiterten an den hohen Temperaturen in der 2. Synthesestufe. Die mit der Herausnahme von Benzin- und Gasöldämpfen verbundene Anreicherung des Synthesegases II an Aktiven hätte eine schlagartige Temperatursenkung zur Folge gehabt, die früher nicht durchführbar war.

Erst der Stillstand im August 1942, bei dem zahlreiche Kontakte ausgewechselt wurden, liess diese Massnahme zur Durchführung kommen, so dass die Durchschnittstemperatur der 2. Stufe von 194/195° auf 188° gesenkt werden konnte. Die stufenweise Einschaltung der Aktiv-Kohle erfolgte dann in der 2. Hälfte des Oktober. Ferner musste die Synthesegasmenge gedrosselt werden, um die Ofenbelastung der bei den Chemischen Werken Essener-Steinkohle einigermaßen anzugleichen. Man hoffte, den hierdurch entstehenden Produktionsausfall durch Erhöhung der spez. Ausbeute ausgleichen zu können, da bisher eine Gesamtausbeute von 152 g/m<sup>3</sup> Nutzgas erreicht wurde, während diese bei Essener Steinkohle bei 160 g/m<sup>3</sup> Nutzgas lag. Gleichzeitig mit dieser Belastungssenkung wurde versucht, die Aufarbeitung gleichmässiger auf beide Stufen zu verteilen. Bisher ergab die 2. Stufe nur 15-20% des Gesamtumsatzes. Vom gleichen Zeitpunkt ab wurden neue Kontakte nur noch mit längerer erster Laufzeit in die 2. Stufe hereingenommen und

eine Rückschaltung von der 1. Stufe auf die 2. Stufe gegen Ende der Laufzeit nicht mehr durchgeführt. Ende Oktober war dieses ganze Umschaltprogramm beendet. Die in diese Massnahmen gesetzten Erwartungen sind nicht eingetreten. Das mittlere Kontaktalter ist zwar um 25 % gestiegen, doch stieg die Kobaltleistung nur um 15-20%, d.h. von 250 t je t eingesetztes Kobalt auf rund 300 t an. Da die spez. Ausbeute keinen Anstieg zeigte, konnte der Produktionsausfall, der durch die Belastungssenkung entstand, nicht wettgemacht werden. Die spez. Ausbeute konnte unter den geschilderten Verhältnissen mit 152 bis 154 g C<sub>3</sub> und höhere Kohlenwasserstoffe je m<sup>3</sup> Nutzgas gehalten werden. Grimme möchte diese Ergebnisse nicht als endgültige Ergebnisse gewertet wissen, da einmal die Zeit ihrer Durchführung wahrscheinlich noch zu kurz ist und zum anderen eine Reihe von Massnahmen, die bei Essener Steinkohle angewandt werden, bei Rheinpreussen nicht durchgeführt werden konnten. Zu diesen Massnahmen gehört einmal der Zusatz von Restgas beim Anfahren der Öfen in der 2. Stufe. Dieser Zustand war bisher nicht notwendig, da der Nutzgasgehalt des Synthesegases II mit 54-55 % schon niedriger als bei Essener Steinkohle lag. Nach der Umstellung hatten sich diese Verhältnisse durch die gleichmässige Verteilung der Aufarbeitung auf die beiden Stufen zur ungünstigen Seite hin entwickelt, wenn auch durch den hohen Inertengehalt des Synthesegases I, der 18-19 % beträgt, die Werte von Essener-Steinkohle nicht überschritten wurden. Ferner ist eine Auffrischung des CO+H<sub>2</sub>-Verhältnisses im Synthesegas II durch Zusatz von Wasserstoff nicht möglich, da die Wasserstoffanlage ausgefallen ist. Aus dem gleichen Grunde ist die Durchführung der kombinierten Regeneration, der Regeneration durch Extraktion und Hydrierung ebenfalls nicht möglich. Als letzten und vielleicht wichtigsten Punkt sieht Grimme die häufigen Störungen des Gesamtbetriebes an, die beim Vergleich der Kontrolldiagramme mit denen des Werkes Bergkamen deutlich werden. Vor allem treten hier die Schwankungen im CO+H<sub>2</sub>-Verhältnis des Synthesegases und der Synthesegasmenge hervor. Sie spielen nach Grimmes Ansicht eine erhebliche Rolle bei der Erreichung eines guten Endresultates. Die Gasreinheit dürfte eine ähnlich gute wie die bei Ess. Steinkohle sein, zumal aufgrund der andersartigen Koksspaltung die schädlichen Kondensate vollständig fehlen. Die Schwefel- und Sauerstoffgehalte weisen ebenfalls keinen deutlichen Unterschied gegenüber Ess. Stein-

kohle auf.

Alberts machte darauf aufmerksam, dass trotz der Gasmengendrosselung die Belastung von Ess.-Steinkohle nicht erreicht wurde. Grimme misst diesem Unterschied weniger Bedeutung zu, da durch den geringen Nutzgasanteil des Synthesegas<sup>6</sup> bei Rheinpreussen die  $\text{CO}+\text{H}_2$ -Belastung bei beiden Werken weitgehend angeglichen ist. Ob aber die höhere Gesamtbelastung bei wohl gleicher  $\text{CO}+\text{H}_2$ -Belastung nicht doch von wesentlichem Einfluss auf die Umsetzung bzw. Verflüssigung ist, kann ohne experimentellen Nachweis nicht entschieden werden. Löpmann glaubt, dass der Nutzgasgehalt von besonderer Bedeutung ist. In Bergkamen liegt dieser zwischen 84 und 85 %. Bei stärkeren Schwankungen dieses Nutzgehaltes ist hier die Ausbeute deshalb nicht abgefallen, weil die Anlage auf einen bestimmten Gasverbrauch eingestellt ist, d.h. bei einem Rückgang des Nutzgasgehaltes steigt die spez. Ausbeute, da der gleiche Kobaltgehalt vorliegt. Ferner weist Löpmann auf die Unterschiede bezüglich der Ofenanordnung der beiden Werke hin. Rheinpreussen besitzt nur Einzelöfen, während Essener Steinkohle mit Viererblocks fährt. Während theoretisch dem Einzelofen Vorzüge zu geben sind, zeigt die Praxis, dass eine Überwachung der in Viererblocks ausgelegten Anlage leichter durchzuführen ist, da für die Bedienung und die analytische Überwachung eine geringere Anzahl von Einzelelementen vorhanden sind. Bei einigermaßen gleichbleibender Kontaktaktivität ist die Einstellung einer guten Aufarbeitung durch Variation der Belastung bei 4-Blocks leicht durchzuführen. Feisst weist auf mögliche Unterschiede in der durch das Betriebsalter bedingten Ofenqualität hin. Während Grimme diese Möglichkeit bejaht, glaubt Löpmann, sie für seine Anlage verneinen zu müssen, da hier auch Öfen mit beschädigten Lamellenpaketen gute Aufarbeitung zeigen. Die Unterschiede zwischen Rohrbogen- und Kammeröfen treten nur beim Anfahren bzw. Umfahren von einer Stufe zur anderen in Erscheinung. Weingärtner glaubt, dass den Einzelöfen der Vorzug zu geben ist, da in Schwarzheide I mit ihnen bessere Ausbeuten und etwas längere Laufzeiten erzielt werden als mit den in Schwarzheide II aufgestellten Viererblöcken. Zur Erleichterung der betrieblichen und analytischen Überwachung werden in Schwarzheide I Gruppen von 6-12 Einzelöfen, die einigermaßen gleiche Reaktionsbedingungen zeigen,

zusammengefasst. Weingärtner misst Schwankungen in der Kontakt-Aktivität nur geringen Einfluss zu. Allgemein war für die Fahrweise der Brabag die Auflage des Reichsamtes massgeblich, wonach auf eine möglichst hohe Verflüssigung verbunden mit hoher Paraffingewinnung hingearbeitet werden sollte. Grimme weist darauf hin, dass augenblicklich die Kobaltausnutzung als Hauptgesichtspunkt für den Betrieb der Synthese gelten muss, während früher weniger darauf gesehen werden musste. Durch die augenblickliche Fahrweise konnte die Kobaltleistung bei Rheinpreussen von 250 jato auf 290-300 jato gesteigert werden. Alberts fasst die Ergebnisse und Unterschiede der Versuchsperiode bei Rheinpreussen nochmals wie folgt zusammen:

- 1.) Die Gesamtbelastung der Anlage konnte der der Chemischen Werke Ess.Steinkohle nicht ganz angeglichen werden.
- 2.) Die spez. Ausbeute blieb trotz der belastungssenkung konstant.
- 3.) Das Kontaktalter stieg um rund 25 % an.
- 4.) Das Kobaltausbringen stieg um 15-20 % an.
- 5.) Das Anfahren der Kontakte erfolgt ohne Restgaszusatz.
- 6.) Eine Hydrierung im Anschluss an die Extraktion kann nicht durchgeführt werden.
- 7.) Ein Wasserstoffzusatz zur Verbesserung des  $\text{CO}+\text{H}_2$ -Verhältnisses in der 2. Stufe ist nicht möglich.
- 8.) Der Aktivengehalt im Synthesegas liegt um 3-4 % niedriger als bei Essener Steinkohle.
- 9.) Die Überwachung der Einzelöfen bei Rheinpreussen ist schwieriger als die der Viererblocköfen bei Essener Steinkohle.
- 10.) Die Konstanz der ganzen Betriebsverhältnisse ist wesentlich schlechter als die in Bergkamen.
- 11.) Die Extraktion wird bei Rheinpreussen bei  $160^\circ$  mit Schwerbenzin durchgeführt, während in Bergkamen bei  $100^\circ$  mit Leichtbenzin extrahiert wird.

Während Fischer von Versuchen mit verschiedenen Extraktionsmitteln berichtet, bei denen sich die Extraktion mit leichten Lösungsmitteln als besonders günstig erwiesen hat, da die Reaktionstemperatur nach dieser Extraktion niedriger gehalten werden konnte, weist Löpmann vor allem darauf hin, dass bei Anwendung von Leichtbenzin die Feststellung der extrahierten Paraffinmenge exakt durchzuführen ist. Aus dieser Paraffinbestimmung lassen sich wesentliche

Rückschlüsse auf die Kontaktaktivität und die Richtigkeit der Betriebsbedingungen ziehen.

Auf die Frage Alberts, was Rheinpreussen weiterhin zu tun gedenkt, antwortet Grimme, dass vorerst der Versuch fortgesetzt wird, zumal die Gaserzeugung noch nicht in der Lage ist, einen höheren Gasdurchsatz zu erlauben, sodass also ein wesentlicher Produktionsausfall durch die Fortführung der Versuche nicht eintritt. Späterhin, wenn grössere Gasmengen wieder zur Verfügung stehen, will man eine Reihe von Öfen in der 2. Stufe längere Zeit laufen lassen und so die Fahrweise Essener Steinkohle teilweise fortsetzen, während für den anderen Teil der Öfen, um die grössere Gasmenge umsetzen zu können, eine kurzfristigere Umschaltung vorgenommen wird.

Nach den bisherigen Betriebserfahrungen bei Rheinpreussen kann man feststellen, dass abgesehen von der Schwefelschädigung ein gleichmässiges Nachlassen der Kontaktaktivität in der 1. und 2. Stufe eintritt. Diesem Befund widerspricht Löpmann, da in Bergkamen die Öfen der 2. Stufe selbst nach langer Laufzeit mit voller Aktivität in die 1. Stufe umgeschaltet werden. Dass dies möglich ist, glaubt Löpmann auf die Vermeidung von Überbelastung in der 2. Stufe zurückführen zu können. Vielleicht ist auch dem Wasserdampfgehalt in dem Synthesegas 2 eine bestimmte Wirksamkeit zuzuschreiben. Weingärtner weist darauf hin, dass auch in Schwarzhelde die Kontakte der 2. Stufe stärkere Aktivitätsschäden aufweisen als die der 1. Stufe, wenn man die Katalysatoren unter dem Gesichtspunkt gleicher  $\text{CO} + \text{H}_2$ -Aufarbeitung betrachtet. Nach seiner Meinung sind 2 Faktoren für diese Schädigung massgebend, einmal die in der 2. Stufe zwangsweise vorhandenen höheren Reaktionstemperaturen, deren Einfluss Weingärtner aber als gering erachtet, zum anderen der im Synthesegas 2 enthaltene höhere Inertengehalt, der hauptsächlich von Bedeutung sein dürfte. Hier ist vor allem der Wasserdampfgehalt in Anwesenheit der hohen Kohlensäuregehalte zu beachten. Labormässig konnte nachgewiesen werden, dass schon im kalten Zustand Kohlensäure und Wasserdampf stark schädigend wirken. Da im Synthesegas der Brebag neben 45 % Kohlensäure 120-140 g Wasserdampf je  $\text{m}^3$  vorhanden sind, muss dieser Umstand für den stärkeren Zurückgang des Reduktionswertes der Kontakte der 2. Stufe

verantwortlich gemacht werden. Dieser Rückgang wurde bei aus-  
gebrauchten Katalysatoren eindeutig festgestellt. Da in den tieferen  
Kontaktschichten aufgrund der fortgeschrittenen Reaktion der Kohlen-  
säure- und Wasserdampfgehalt des Synthesegases auch in der 1. Stufe  
stark angestiegen ist und keine Beeinflussung des Reduktionswertes  
festgestellt werden konnte, muss man annehmen, dass entweder bei den  
hier herrschenden höheren Temperaturen keine Einwirkung dieser bei-  
den Komponenten auf den Kontakt eintritt, oder dass die Paraffinbil-  
dung den Katalysator vor dieser Einwirkung schützt.

Um dieser Schädigung der Katalysatoren der 2. Stufe zu begegnen,  
will man durch Verbesserung der Kühlung nach der 1. Stufe der Aktiv-  
kohle eine weitgehende Trocknung des Gases erreichen und durch Er-  
hitzung des Synthesegases vor der 2. Stufe die Schädigung weitge-  
hend unterdrücken. Fischer berichtet von ähnlichen Versuchen, die  
bei Krupp durchgeführt wurden, bei denen Kohlen Säure mit 100 g  
Wasserdampfgehalt bei 200° nach etwa 14 Tagen den Katalysator voll-  
ständig inaktivierte, währ d ein mit trockener Kohlen Säure bei der  
gleichen Temperatur behandelter Kontakt bei der Kohlenoxyd-Wasser-  
stoff-Umsetzung zwar nur langsam in Reaktion kam, danach aber nach  
kurzer Zeit seine volle Aktivität erreichte. Weingärtner berichtet  
fernerhin, dass in Schwarzheide 1938/39 schon einmal der Versuch  
unternommen wurde, neue Kontaktfüllungen in der 2. Stufe anzufah-  
ren und längere Zeit in dieser Stufe zu halten, aber schon damals  
wurde ein starker Rückgang der Kontaktaktivität vor Umschaltung in  
die 1. Stufe festgestellt. Heute werden die Katalysatoren zuerst in  
der 1. Stufe und erst gegen Ende ihrer Laufzeit in der 2. Stufe ge-  
fahren.

Bei Kreislaufversuchen, die ohne Kondensation der Reaktionsprodukte  
unternommen wurden, hatten die Kontakte schon nach 300 Stunden ihre  
Wirksamkeit verloren. Wurden dagegen die Reaktionsprodukte Öl und  
Wasser abgeschieden, so wurden gute Ergebnisse erzielt. Dahm weist  
darauf hin, dass durch Einschaltung der Kohlen Säurewäsche, d.h.  
durch Absenkung des Kohlen Säuregehaltes in den 3 Stufen der Druck-  
synthese bei der Ruhrchemie eine Erhöhung der Laufzeit der 2. und  
3. Stufe erreicht wurde. Grimme stellt fest, dass bei Essener-Stein-  
kohle das Synthesegas der 2. Stufe 12% CO<sub>2</sub>, bei Rheinpreussen  
18-20 % und bei Schwarzheide 45 % aufweist. Mit dieser Steigerung

des Kohlensäuregehaltes dürften auch die Schädigungen sich verstärken, wenn nicht gleichzeitig die Herausnahme des Wasserdampfes weitgehend durchgeführt wird.

Strüwen berichtet über verschiedene Versuche mit Einzelöfen wobei festgestellt wurde, dass bei einer Einfahrzeit von 10 Tagen in der 2. Stufe und bei höheren Belastungen eine anschliessende Laufzeit von 130-150 Tagen in der 1. Stufe bei guter Umsetzung erreicht wird, während bei einer Einfahrzeit von 40-50 Tagen mit niedriger Belastung in der 2. Stufe, also der Fahrweise Essener Steinkohle entsprechend, die nachfolgende Fahrzeit in der 1. Stufe nur 90-100 Tage beträgt. Wird aber die Laufzeit der 2. Stufe auf 110-120 Tage ausgedehnt, so ist hier nur eine Fahrperiode von 14 Tagen in der 1. Stufe bei normalen Umsetzungen möglich. Die Laufzeiten waren also in allen 3 Fällen gleich, doch wurde der Durch- und Umsatz an Nutzgas immer niedriger, je länger zuvor in der 2. Stufe der Katalysator betrieben wurde. Ferner wurde beim Grossversuch mit der Fahrweise Ess.-Steinkohle bei Rheinpreussen bezogen auf das umgesetzte CO trotz geringeren Umsatzes eine höhere Gasbildung beobachtet, obwohl man annehmen musste, dass diese vorsichtige Fahrweise ein Absinken der Methanbildung bringt.

Über die Erfahrungen, die Viktor mit der Fahrweise Ess.-Steinkohle gemacht hat, berichtet Braune wie folgt: Nachdem lange Zeit das Treibstoffwerk Viktor die besten Betriebsergebnisse aufwies, die mit einer im Treibstoffwerk Rheinpreussen ähnlichen Fahrweise, bei der der Hauptumsatz bei hohen Belastungen in der 1. Stufe erzielt wurde und die 2. Stufe nur als Notbehelf diente, wurden mit der Zeit diese guten Ergebnisse von anderen Werken überflügelt. Vor etwa 2 Jahren hat man die Föhlung mit Essener Steinkohle aufgenommen und langsam diese Fahrweise übernommen. Als erste Schwierigkeit trat der Umstand auf, dass bei Viktor nicht alle Öfen in die 2. Stufe eingeschaltet werden konnten. Durch Umbau während des Betriebes gelang es dann, seit April 1942 diese Forderung zu erfüllen. Mit dieser Massnahme wurde wohl ein Ansteigen der spez. Ausbeute erzielt, doch glaubt Braune, dass der volle Erfolg durch eine zu frühe Verminderung des Kontakteinsatzes beeinträchtigt wurde. Nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen muss der Kontakteinsatz in Rauxel 11-12 Ofenfüllungen/Monat betragen, während bei Übertragung

der Verhältnisse des Werkes Ess.-Steinkohle nur 6-7 Ofenfüllungen notwendig sind. Braune glaubt, dass dieser Unterschied hauptsächlich einmal auf das stark schwankende  $\text{CO}+\text{H}_2$ -Verhältnis und zum anderen auf die Gasmengenschwankungen zurückzuführen ist. Man beschäftigt sich daher zurzeit vor allem mit der Stabilisierung der Gaserzeugung. Ferner wurde erkannt, dass die 2. Stufe nicht das leistet wie bei Ess.-Steinkohle. Dies war zuerst durch das Fehlen eines Schlusskühlers nach der 1. Stufe der Aktiv-Kohle bedingt, der nach Einbau vorübergehend eine Besserung brachte, heute aber schon wieder so defekt ist, dass seine Kühlung nicht ausreichte, das Synthesegas II auf  $40-50^\circ$  konstant herabzukühlen. Der schädigende Einfluss des Wasserdampfgehaltes im Synthesegas II wurde hier schon frühzeitig erkannt. Auch das Absinken des  $\text{CO}+\text{H}_2$ -Verhältnisses, das nach Braunes Meinung zur Erzielung einer günstigen Aufarbeitung mit 1,1,9 bis 2,0 in der 2. Stufe gehalten werden muss, kann bei diesem Werk mit den vorhandenen Mitteln nicht erreicht werden. Mit einem hohem  $\text{CO}+\text{H}_2$ -Verhältnis sind Schädigungen in der 2. Stufe weitgehend zu vermeiden. In Einzelfällen wurde das Auftreten der Konvertierungsreaktion in Öfen der 2. Stufe beobachtet. Ob eine Schädigung der Kontakte damit verbunden ist, kann nicht gesagt werden. Zusammenfassend stellt Braune fest, dass mit der Angleichung der Fahrweise an die der Chem.Werke Ess.-Steinkohle die Produktion um rund 15 % erhöht wurde und die Temperatur in beiden Stufen gesenkt werden konnte. Auch trat eine geringe Erhöhung des Kontaktalters ein. Die spez.Ausbeuten von Essener-Steinkohle können erst dann voll erreicht werden, wenn die Gaserzeugung und die Konstanz der anderen Betriebsbedingungen gebessert sind. Alberts stellt hierzu fest, dass die Ausbeute erhöht werden konnte, das Kontaktalter aber nicht wesentlich angestiegen ist, obwohl praktisch die gleichen Verhältnisse wie in Bergkamen vorlagen. Die Schwankungen in der Gaserzeugung allein müssen daher für die Abweichung von den Ergebnissen in Bergkamen verantwortlich zu machen sein. Seine Frage, ob Veränderungen der Belastung oder anderer Betriebsbedingungen eine dauernde Schädigung des Kontaktes hervorrufen, wird von Löpman bejaht. Weingärtner berichtet fernerhin über Versuche der Brabag, die unabhängig von den Ergebnissen bei

Essener-Steinkohle den Einfluss von Hydrierung und Extraktion aufklären sollten. Nachdem die Hydrierung aus betrieblichen Gründen zeitweise in den Hintergrund getreten war, wird jetzt wieder dieses Regenerationsmittel verbunden mit der Extraktion voll eingesetzt. Die günstigste Wirkung wird mit einer Extraktion und anschließender Kurz-Hydrierung (6 Stunden), der eine Trocknung mit Wasserstoff bei niedrigen Temperaturen vorausgeht, erreicht. Diese Kurz-Hydrierung wird schon nach der 2. Extraktion zur Anwendung gebracht. Durch diese war ein starkes Absenken der Temperatur unter Erzielung einer günstigen Verflüssigung möglich. Der Anstieg der flüssigen Ausbeute im Jahre 1942 um 8-10 g ist auf die Kombination von Extraktion und Hydrierung zurückzuführen. Ein Anstieg der Gesamtausbeute ( $C_3$  und höhere Kohlenwasserstoffe) und ein Anstieg des Kontaktalters konnte nicht erreicht werden. Ferner wurden bei der Brabag zahlreiche Versuche durchgeführt, die das günstigste Stufenverhältnis ergeben sollten. Hierbei wurde festgestellt, dass dieses günstigste Verhältnis für das Werk Schwarzheide bei 1,6 bis 1,7:1 liegt. Dieses Verhältnis wurde 1942 der Fahrweise zugrunde gelegt. Auch damit glaubt man eine Verbesserung der Verflüssigung erreicht zu haben. Die Schwierigkeiten, die ein Erreichen der günstigsten Betriebsergebnisse von Ess.-Steinkohle verhindern, sind bei der Brabag vor allem in der Gaserzeugung aus Braunkohle begründet. Wenn auch die Schwefelreinigung im Verlauf der Zeit weitgehend verbessert werden konnte, sodass heute der Gesamtschwefel im Synthesegas I zwischen 0,12 und 0,15 g/100 m<sup>3</sup> liegt, so sind die im Gas noch enthaltenen Kondensate, die einen wesentlich anderen Charakter als die aus Kokereigasen besitzen, vor allem für die Schädigung der Kontaktqualität verantwortlich zu machen. Die Beseitigung dieser Kondensate wird jetzt in Schwarzheide nach dem Vorschlag der Lurgi durch Einsatz des Synthesegases als Trocken- und Kühlgas in den Aktivkohle-Anlagen versucht. Als weiterer schädigender Bestandteil des Synthesegases I wird der Sauerstoffgehalt, der bei 0,1 bis 0,15 % liegt, angesehen. Der in der oberen 10-15 cm betragenden Kontaktschicht beobachtete Rückgang des Reduktionswertes wird auf die Einwirkung des Sauerstoffgehaltes zurückgeführt. Eine Tiefenwirkung muss verneint werden, d. die oben angeführten Sauerstoffgehalte, wenn sie allein kontaktoxydierend wirken würden, bei den üblichen

Gasdurchsätzen innerhalb von 5 Tagen den Kontakt vollständig oxydieren müssten. Es ist anzunehmen, dass der Sauerstoff durch andere Umsetzungen in den oberen Kontaktschichten schnell unschädlich gemacht wird.

Dies in der 2. Stufe auftretenden Schädigungen sind, da weder Kondensate noch Sauerstoff im Synthesegas II vorhanden ist, allein auf den Inertengehalt des Gases zurückzuführen. Der Stickstoffgehalt dürfte kaum schädigend wirken; dagegen muss der Kohlensäure- und Wasserdampfgehalt, wie schon oben ausgeführt, für die Verminderung der Kontaktaktivität verantwortlich gemacht werden. Es ist daher vorgesehen, da eine Herausnahme der Kohlensäure nicht infrage kommt, den Wasserdampfgehalt nach den ersten Stufen einmal durch Einbau eines neuen Schlusskühlers, zum anderen durch die Einschaltung einer Dampfstrahl-Kälte-Anlage, vor allem im Sommer, weitgehendst herabzusetzen.

Die Frage der Anfahrweise, ob in der 1. Stufe oder 2. Stufe, die bei Schwarzheide ebenfalls überprüft wurde, hat keinen Einfluss auf das Kontaktalter ergeben. Eine Anfahrt mit Restgas II wurde nicht versucht. Die Inbetriebnahme eines Ofens erfolgt in Schwarzheide I nach folgendem Schema:

Von 100° an wird die Temperatur je Stunde um 10° bis auf 140° gesteigert, dann werden 300 m<sup>3</sup>/h Synthesegas I aufgegeben und die Temperatur langsam auf 160° erhöht. Jetzt wird die Gasbelastung alle 4 Stunden um 100 m<sup>3</sup>/h bis auf 1000-1100 m<sup>3</sup> gesteigert. Anfangs treten hohe Kohlensäurekontraktionen auf. Die normale Kontraktion und Belastung ist nach dieser Anfahrweise etwa nach 40 Stunden erreicht.

In Schwarzheide II wird wie folgt angefahren:

Nach Erreichung von 150° wird der Ofen mit 500 m<sup>3</sup> Synthesegas II belastet und die Temperatur so lange gesteigert bis 30-35 % Kontraktion erreicht ist. Nach weiterer Erhöhung der Belastung wird dann stufenweise das Synthesegas II durch Synthesegas I ersetzt. Ist die Aufgabe von reinem Synthesegas I erreicht, so treten Kohlensäurekontraktionen von über 60 % auf. Wird in Schwarzheide II ein Ofen für die 2. Stufe angefahren, so wird ebenfalls bei 150° mit 500 m<sup>3</sup> Synthesegas II belastet und dann die Belastung unter

Temperatursteigerung bei einer Kontraktion von 30 % auf 890-900 m<sup>3</sup>/h gebracht.

Die spez. Ausbeute an C<sub>3</sub> und höheren Kohlenwasserstoffen beträgt in Schwarzheide durchweg 165 g/m<sup>3</sup> Nutzgas. Hiervon können im Winter 162 g und im Sommer 158 g gewonnen werden. Der Anteil an C<sub>5</sub> und höheren Kohlenwasserstoffen beträgt jetzt durchschnittlich 140 g/m<sup>3</sup> Nutzgas. Ferner betont Weingärtner, dass Änderungen in der Belastung die versuchsweise zwischen 700 und 1300 m<sup>3</sup>/h durchgeführt wurden, keine Schädigung der Kontaktaktivität gebracht haben. Aus den Versuchen in Schwarzheide ist zu entnehmen, dass im Bereich von 500 bis 1600 m<sup>3</sup>/h Belastungsänderungen um 100 m<sup>3</sup>/h eine Temperaturänderung von rd. 0,8° bedingen, wenn der Umsatz gleichgehalten werden soll. Bei diesen Versuchen wurde aber eine Kontrolle des Verflüssigungsgrades nicht durchgeführt. Zusammenfassend stellt Alberts fest, dass die Erreichung eines höheren Kontaktalters durch die Einführung der Fahrweise Ess.Steinkohle bei der Brabag hauptsächlich durch 2 Umstände verhindert wird,

1. durch den Kondensatgehalt des Synthesegases der 1. Stufe und
2. durch den Kohlensäure-Wasserdampfgehalt des Synthesegases der 2. Stufe.

Krupp Treibstoffwerk ist aufgrund der Kombination der Normalsynthese und Drucksynthese in 2 Stufen auf eine Aufarbeitung von 60 % in der 1. Stufe festgelegt und deshalb ausserstande, die Öfen der 1. Stufe längere Zeit auf die 2. Stufe zu schalten, da in diesem Falle noch stärker aufgearbeitet werden müsste. Es wurde aber eine Möglichkeit geschaffen, alle Öfen der 1. Stufe wenigstens 6-7 Tage in der 2. Stufe, also mit Re-tgas I anzufahren. Diese Anfahrt wird nach den Angaben von Essener-Steinkohle vorgenommen und soll auch weiterhin beobachtet werden. Über die Auswirkungen dieser Massnahme können keine Angaben gemacht werden, die zur Beurteilung der Fahrweise Ess.-Steinkohle herangezogen werden können.

Die Normalsynthese der Ruhrchemie möchte Alberts ebenfalls nicht zur Beurteilung herangezogen wissen, da sie vor allem als Aushilfe neben der grösseren Druckanlage betrieben wird, d.h. um die Betriebsverhältnisse der Druckanlage möglichst konstant zu halten, werden sämtliche Schwankungen des Betriebes, vor allem der Gaserzeugung

weitgehendst allein von der Normalsynthese übernommen. Ferner muss berücksichtigt werden, dass aufgrund des Energiebezuges vom RWE zahlreiche Stillstände der Gesamtanlage die Ergebnisse beeinflussen. Als Beispiel hierfür kann der Monat Januar 1943 mit 10 Stromausfällen angesehen werden.

Die gesamte Besprechung über die Erfahrungen mit der Fahrweise der Chemischen Werke Essener Steinkohle schliesst Alberts mit der Feststellung ab, dass eine vollständige Erreichung der Ergebnisse von Bergkamen, aufgrund der bei den einzelnen Werken vorhandenen betrieblichen Schwierigkeiten wohl kaum möglich ist, wenn auch Erfolge bei Rheinpreussen und Viktor zu verzeichnen sind. Alberts betont besonders, dass nach den heute bekannt gegebenen Ergebnissen alle Werke auch weiterhin bemüht sein müssen, das Kontaktalter so weit wie möglich zu erhöhen. Sollten die von der Ruhrchemie mit Kontakt belieferten Normalsynthesewerke das Kontaktalter von Ess.-Steinkohle mit der Zeit erreichen, so bedeutet dies eine Einsparung von 27 t Kobalt jährlich, d.h. rund die Hälfte der heutigen Verluste. Hierdurch könnte also unser Kobaltvorrat um etwa ein weiteres Jahr sichergestellt werden. Da ferner bei der Katorfabrik Ruhrchemie die Regenerationsverluste in letzter Zeit durch starke Kontrolle des Fabrikationsganges eine wesentliche Verminderung erfahren haben und nahezu die gleiche Grösse wie die der anderen Katorfariken erreichen, ist aus dieser Einsparung von rund 30 t Kobalt ebenfalls eine Streckung unseres Kobaltvorrates um 1 Jahr zu erwarten. Durch diese beiden Massnahmen wäre also die Kobaltbasis bis einschliesslich 1946 für die Synthesewerke ziemlich sichergestellt. Für die Einführung der Eisensynthese ist also eine Zeitspanne von nahezu 3 Jahren gegeben. Lassen sich dann die Druckanlagen auf Eisenkontakt umstellen, so ist durch die hieraus zurückfliessende Kobaltmenge der Vorrat auf weitere Jahre gesichert. Da aber durch Verminderung des Kobaltgehaltes unserer Katalysatoren um 10 % eine Einsparung von rund 70 t Kobalt erzielt werden kann ohne dass nach den bisher bekannt gewordenen Ergebnissen eine Beeinträchtigung der Produktion eintreten muss, so ist hiermit neben den oben angeführten Einsparmöglichkeiten ein Mittel gegeben, die Kobaltgrundlage der Synthesewerke auf genügend lange Zeit hinaus sicherzustellen; da eine Erhöhung

unseres Kobaltwertes um 70 t einem Zeitgewinn von rd. 2 weiteren Jahren gleichkommt. Nachdem festgestellt wurde, dass die Kobaltdichte des von der Katorfabrik Schwarzheide hergestellten Kontaktes dauernd um fast 10 % niedriger liegt als die der anderen Katalysatorfabriken und nachdem vonseiten der Brabag betont wurde, dass diese Senkung der Kobaltdichte keine Auswirkung auf die Verflüssigung, vor allem auf die Paraffingatsch- und Hartparaffinbildung gehabt haben, schlägt Alberts vor, durch Verringerung des Kobaltgehaltes im Kontakt der Normalsynthesewerke, die von Ruhrchemie aus beliefert werden, einen Versuch in dieser Richtung zu unternehmen. Ab 1. April 1943 soll der Kobaltgehalt um 5 %, bei einem guten Ergebnis dieses Schrittes nach 1/2 Jahr nach allgemeiner Besprechung um weitere 5 % gesenkt werden. Einzelversuche werden allgemein aufgrund der Erfahrungen, die man in ähnlichen Fällen mit Einzelversuchen gemacht hat, als nicht zweckmässig erachtet, vor allem auch, da dieser Grossversuch bei den Werken mit konstanten Betriebsbedingungen sehr rasch ein eindeutiges Bild ergibt und da die jahrelangen Ergebnisse der Brabag ein Fehlschlagen weitgehendst ausschliessen. Es wird besonders darauf hingewiesen, dass das durch diesen Versuch eingesparte Kobalt als Reserve unbedingt festzuhalten ist, da es bei einem Fehlschlagen des Versuches sofort wieder in die Produktion eingesetzt werden muss.

Sofort einverstanden mit der Durchführung dieses Versuches sind die Chemischen Werke Ess.-Steinkohle, Treibstoffwerk Viktor und die Ruhrchemie. Ihre schriftliche Zustimmung vor dem 1. April stellt das Treibstoffwerk Rheinpreussen und Krupp Treibstoffwerk in Aussicht.

Zum Schluss gibt Alberts folgend die für die letzten 2 Jahre berechnete Kobaltleistung der einzelnen Werke bekannt:

<u>1.) Mitteldrucksynthese</u>	<u>1941</u>	<u>1942</u>
Ruhrchemie	310	460
Hoesch-Benzin	410	430
Schaffgotsch	260	271

<u>2.) Normaldrucksynthese.</u>	<u>1941</u>	<u>1942</u>
Viktor	250	260
Rheinpreussen	240	250
Ruhrchemie	160	150
Krupp	205	257
Schwarzheide	220	210
Essener Steinkohle	306	413
Lützkendorf	40	43,5

Es fällt hierbei vor allem die äusserst schlechte Leistung des Werkes Lützkendorf auf, dessen Kobaltverbrauch pro to erzeugte Kohlenwasserstoffe ein vielfaches desjenigen der anderen Werke ist. Auf allgemeinen Wunsch wird festgelegt, dass über diese Versuche zur Einsparung von Kobalt strengste Verschwiegenheit nach aussen hin beachtet werden muss.

gez. Feisst