

- 8. April 1939

24420

Übersetzung des Standard-Berichtes vom 8. Februar 1939 (DD-280).Betr.: Wirtschaftlichkeit des Fischer-Verfahrens.

Umrechnung: $3,35 \text{ RM} = 1 \text{ \textcircled{A}}$, sofern nicht
 ein anderer Umrech-
 nungskurs angegeben
 ist.

Einführung.

Es wird eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit des Fischer-Verfahrens durchgeführt, wobei die letzten Angaben (November 1938) der Ruhrchemie über Ausbeute, Durchsatz, Lebensdauer des Kontaktes und Aufbau der Anlage mitverarbeitet sind. Diese Prüfung wurde nach den Richtlinien vorgenommen, welche in dem Entwicklungs-Teil-Bericht 202 "Die Wirtschaftlichkeit des Fischer-Verfahrens", vom 12. August 1936, niedergelegt sind, wobei das Verfahren vom Standpunkt einer 80 000-jährigen Anlage[†] (2 000 B/SD), welche entweder anliegend an eine bestehende Raffinerie oder isoliert gebaut werden sollte, geprüft wurde.

Die oben angeführte Studie über das Verfahren verwertete verschiedene Methoden der Synthesegaserzeugung aus Naturgas und kam zu dem Schluß, daß teilweise Oxydation mit 94 % Sauerstoff die geringsten Kosten verursachen würde. Die vorliegende Studie wurde deshalb beschränkt auf die obige Methode der Synthesegas-Herstellung und angenommen, daß die Anlage neben eine bestehende Raffinerie zu liegen kommt. Die Synthese wurde sowohl für Atmosphärendruck als auch für 7 atü durchgearbeitet, wobei die Angaben der Ruhrchemie, welche durch die Erfahrungen in technischen Betrieben erwiesen sind, verwertet wurden.

Ein optimistischer Fall ist eingefügt worden, um zu sehen, wie die Wirtschaftlichkeit in Zukunft gestalten würde, wenn einige angenommene Verbesserungen gemacht würden. Die erste Voraussetzung wäre eine Erhöhung in der Leistung des Kontaktraumes auf das ungefähr vierfache ohne Abnahme der Lebensdauer des Katalysators und eine ungefähr 50 %ige Ermäßigung der Kosten der Synthesegasanlage.

[†]) Die Ruhrchemie-Angaben ergaben, daß die Ausbeuten ungefähr 30 % zu hoch sind.

Zusammenfassung.

Die folgende Zahlentafel faßt die Investierung und Betriebskosten für eine 80 000-jato-Primärprodukt Fischeranlage zusammen, welche neben einer bestehenden Raffinerie gebaut wird. Die Kalkulationskosten der früheren Untersuchung sind zum Vergleich mit aufgeführt.

Unter Benützung der ggw. Ruhrchemieangaben und Bericht 202, Gasherstlg.m.O₂

| | Bericht 202 von 7/36 Fall Ia | Bericht 202 Fall I-A Bzgl. Ausbeute revidiert ¹⁾ | Niederdruck Synthese. | Hochdruck- Synthese. |
|--|------------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|
| <u>Fall:</u> | | | | |
| Gaserzeugung, m ³ /h | | | | |
| Ideal | 61.500 | 61.500 | 82.000 | 70.000 |
| Kapazität der Anlage, jato | 80.000 | 62.000 | 80.000 | 80.000 |
| <u>Anlagekosten:</u> ²⁾ | | | | |
| Gaserzeugung | 9.260.000 | 9.160.000 | 12.450.000 | 11.200.000 |
| Fischeranlage | 9.260.000 | 9.160.000 | 17.400.000 | 15.200.000 |
| Zusammen | 18.520.000 | 18.320.000 | 29.850.000 | 26.400.000 |
| RM/jato | 230 | 295 | 373 | 330 |
| <u>Betriebskosten:</u> | | | | |
| Pfg./litr Gesamt-Produkt ohne Brennstoff | | | | |
| Direkt ³⁾ | 2,0 | 2,7 | 4,1 | 2,9 |
| Gesamt ⁴⁾ | 4,4 | 5,7 | 7,5 | 6,2 |
| Brennstoff 0,067 Pfg./1 000 kcal | | | | |
| Direkt ³⁾ | 2,9 | 3,6 | 5,2 | 4,2 |
| Gesamt ⁴⁾ | 5,3 | 6,7 | 9,7 | 7,4 |

- 1) Die Zahlen wurden erhalten, indem die Kapazität von 80.000 jato im Bericht 202 auf 62.000 auf Grund der gegenwärtigen Ruhrchemie-Angaben ermässigt wurde. Die Betriebskosten sind ebenfalls auf dieser Basis revidiert.
- 2) Angenommen Dampfkesselkühlung in Fischeröfen, ebenso einschl. Kontakt, Kontaktfabrik, Girdler-Gebühren keine Fischergebühren eingeschlossen.
- 3) Katalysator-Aufarbeitungskosten 2,20 RM/kg eingesetzt.
- 4) Einschließlich 10 % Abschreibung sowohl wie Spesen für eine Anlage neben einer bestehenden Raffinerie.

Man sieht aus der obigen Tabelle, dass die Revision des Berichtes 202 (Fall I-a) auf der Basis der gegenwärtigen Ruhrchemie-Ausbeute sowohl die Investierungs- als auch die Betriebskosten auf die gleiche Größenordnung wie bei dem Ruhrchemie-Hochdruckverfahren steigert. Die Kosten des gesamten Fischer-Produktes (ein Leichtes paraffinisches Rohöl), geschätzt nach den revidierten und den neuen Fällen, sind höher als die gegenwärtigen Kosten von Essolene.

Um einen Überblick über den möglichen Wert des Fischerverfahrens zu erhalten, wenn es eine beträchtliche Verbesserung erreichen würde, wurde ein optimistischer Fall für Hochdruck ausgewertet, dem die folgenden Annahmen zu Grunde liegen.

- 1) Naturgas, frei von Schwefelwasserstoff und organischem Schwefel.
- 2) Eine willkürlich angenommene 50 %ige Reduktion der Synthesegasanlagekosten.¹⁾
- 3) Eine vierfache Zunahme der Produktion des Synthese-Kontaktes gegenüber dem Ruhrchemie-Niederdruck-Verfahren bei 6-Monate Lebensdauer und Flüssig-Ausbeuten ähnlich dem Ruhrchemie-Hochdruck-Verfahren.
- 4) Herabsetzung der Katalysatorkosten von 5,20 RM/kg auf 3,70 RM/kg und der Aufarbeitungskosten von 2,20 RM/kg auf 1,50 RM/kg.

Die Investierungs- und Betriebskosten für obigen optimistischen Fall sind in der folgenden Zahlentafel mit dem "Verbesserten Verfahren"²⁾, das in Bericht 202 für eine 80.000-jährige Anlage geschätzt wurde, verglichen.

| Fall | Bericht 202 Verbessertes Verfahren | Hochdruck-Synthese Optimistischer Fall |
|--|--|---|
| Geschätzt | | |
| Gesamtinvestierung | | |
| Gaserzeugung | 9.050.000 | 6.240.000 |
| Fischer-Anlage | 3.480.000 | 7.920.000 |
| Gesamt | 12.530.000 | 14.160.000 |
| <i>RM/t</i> | 157 | 177 |
| Direkte Kosten der Fischer-Produkte Pfg./Ltr. | | |
| Brennstoff 0,013 Pfg./1.000 kcal. | 1,4 | 1,8 |
| " 0,040 " " " | 1,8 | 2,2 |
| " 0,067 " " " | 2,1 | 2,7 |
| Gesamtkosten der Fischer-Produkte Pfg./Ltr. | | |
| Brennstoff 0,013 Pfg./1.000 kcal. | 3,0 | 3,5 |
| " 0,040 " " " | 3,4 | 4,0 |
| " 0,067 " " " | 3,7 | 4,4 |

¹⁾ Fußnoten siehe Seite 4

Man sieht, dass die Annahmen die bei der Schätzung gemacht wurden, die Investierungs- und Betriebskosten gegenüber früher nicht vermindert haben. Die Gesamtkosten für das Fischer-Produkt betragen, wenn man 0,067 Pfg./1000 kcal für das Gas annimmt, etwas weniger als die heutigen Herstellungskosten von Essolene.

In Bericht 202 wurden Kalkulationen ausgeführt, um die direkten Kosten für West-Texas-Rohöl zu bestimmen, wenn das Fischerverfahren verglichen mit der Herstellung von Benzin aus Rohöl 20% Gewinn bez. auf die Investierung abwerfen würde. Diese Kalkulationen sind wiederholt worden, wobei die früher verwendeten thermischen Crackkosten benutzt wurden, jedoch wurde die Ausbeute und die Oktanzahl von katalytischen Crackverfahren eingesetzt, um das Fischerprodukt so weit als möglich zu verbessern. Bei diesen Kalkulationen wurde angenommen, dass beide, gasförmiger Brennstoff und Naturgas 0,067 Pfg./1000 kcal und flüssiger Brennstoff 2,1 Pfg./ltr am Golf kosten ?? Die folgende Tabelle zeigt die ungefähren Rohölkosten für verschiedene Gewinne.

| Gewinn in % der zusätzlichen Investierung 4) | Allgemeine anteilige Lieferkosten für Rohöl | |
|--|---|----------------------------------|
| | Ruhrchemie Hochdruck-Synthese | Optimistische Hochdruck-Synthese |
| | Pfg./ltr | Pfg./ltr |
| 10 % | 5,3 | 3,6 |
| 20 % | 6,9 | 4,4 |
| 30 % | 8,5 | 5,3 |

Diese Kosten sind 3 - 4 mal höher als die heutigen West-Texas Preise was das Ruhrchemie-Hochdruckverfahren betrifft und 2 - 2 1/2 mal höher als in dem optimistischen Fall.

- 1) Dies wurde angenommen, um den Einfluß einer drastischen Verminderung in den Synthesegasanlagenkosten zu ersehen. Eine gewisse Verminderung wird möglich sein wenn man die Methanspaltung mit Kohlensäure und Dampf bei den hohen von der I C I erzielten Raumgeschwindigkeiten betrachtet
- 2) Die Ausbeuten wurden nicht auf Ruhrchemie-Basis korrigiert, da erhöhte Ausbeuten bei der Schätzung angenommen wurden
- 3) Gas mit 0,067 Pfg./1.000 kcal gleichwertig 0,67 Pfg./ltr. Bericht 202 benutzte Raffineriegas mit 10 % weniger als flüssiger Brennstoff. Die neue Basis ändert die Werte nicht wesentlich gegenüber der früheren Schätzung
- 4) Einschließlich aller direkten Kosten, Abschreibung, Raffinationskosten, Verwaltung usw.

Man kann daraus den Schluß ziehen, dass die kürzlich erhaltenen Ruhrchemie-Angaben über das Fischer-Verfahren dies Verfahren nicht anziehender machen als wir in unserem Bericht 202, 1936, schätzten.

Diskussion.

A Synthesegasanlage.

Der Synthesegasbedarf für eine 80.000-jährige Anlage wurde nach den Ruhrchemie-Daten, welche angeben, dass bei der Niederdruck-Synthese eine Ausbeute an flüssigem Primär-Produkt von 120 g/cbm $\text{CO} + 2\text{H}_2$ (0° , 760 mm) ohne C_4 in zwei Stufen erreicht wird, berechnet. Die C_3 - und C_4 -Ausbeute auf der gleichen Basis beträgt 14,8 g und zwar 40 % C_3 und 60 % C_4 . Die entsprechenden Ausbeuten für die Hochdruck-Synthese (7 - 8 atü) sind 145 g/cbm und 10 g C_3 , C_4 zu 40 und 60 %. Auf dieser Basis ist der Synthesegasbedarf etwas höher als im Bericht 202 geschätzt. Niederdruck 82.000 cbm/h, Hochdruck 70.000 cbm/h gegen 61.500 ursprünglich geschätzt.

Die Kosten der Synthesegasanlage in Tabelle I wurden erhalten, indem die in Bericht 202 angegebenen Kosten um die 0,8 te Potenz des Verhältnisses vom neuem zum alten Gasbedarf vermehrt wurden. Die Vorkehrung zur Entfernung des organischen Schwefels wurde eingeschlossen und die Kosten für die Schwefelwasserstoff-Reinigungsanlage wurden mit neuen Zahlen in Übereinstimmung gebracht.

Es soll daran erinnert werden, dass die Kostenangaben, welche in dem Bericht 202 niedergelegt sind, nicht auf die Erhöhungen, welche seither ^(Kapazität) stattgefunden haben, Rücksicht nehmen. Deshalb ist der Sicherheitsfaktor, der in den 20 % Unvorhergesehenes enthalten ist, wahrscheinlich 50 % infolge der heutigen Preise niedriger.

Die Wirtschaftlichkeit sowohl vom Niederdruck- als auch vom Hochdruck-Verfahren wurde durchgeführt, bevor man sich für die Annahmen bei dem optimistischen Fall entschloß. Da das Hochdruckverfahren einige Vorzüge gegenüber dem Niederdruckverfahren zeigte, wurde der optimistische Fall auf der Basis der Hochdruck-Synthese aufgebaut. Es wurde dabei angenommen, dass die Beseitigung von organischem Schwefel und die Schwefelwasserstoffwäsche nicht notwendig seien und dass die verbleibende Gasanlage 50 % des früher geschätzten für den Hochdruckfall kosten würde. Das Unvorhergesehene wurde auf 10 % reduziert. Die gegenwärtigen Mittel, um eine Reduktion von solcher Größe zu erreichen, sind nicht sehr wahrscheinlich,

aber es kann eine Möglichkeit in dieser Richtung geben, wenn man die Methanspaltung mit CO_2 für die Synthesegas-Erzeugung in Erwägung zieht.

B. Fischer-Anlage.

1) Hochdruck-Synthese

Die Kosten für die Synthese-Anlage sind in erster Linie bestimmt durch die notwendigen Reaktionsöfen. Die Methode, um Zahl und Kosten dieser Öfen festzustellen, ist in folgendem dargelegt.

Für die Hochdruck-Synthese verwendet die Ruhrchemie einen Ofen der ungefähr 4,5 m lang ist und 2,7 ϕ hat. Der Ofen hat 2050 Rohre, jedes zusammengesetzt aus einem 2-Zoll-Außenrohr und einem 1-Zoll-Innenrohr. Der Kontakt (ungefähr 10 cbm, enthaltend 0,875 t Co oder 3 t Kontakt) ist im Zwischenraum zwischen diesen Rohren angeordnet.

Das Wasser umgibt das Äußere Rohr und befindet sich auch im inneren Rohr, da beide Rohre oben und unten miteinander in Verbindung stehen.

Der durch die Reaktion gebildete Dampf wird zu einem Dampfsammler geführt, mit dem bis zu 6 Syntheseöfen verbunden werden. Die durchschnittliche Kühlfläche, die ein Ofen besitzt, beträgt ungefähr 2100 qm.

Eine Firma bekam eine Skizze des Apparates und sollte die Kosten bei der Herstellung von 50 bis 100 Stück schätzen. Sie schätzte, dass 1 Ofen 53 t wiegen und 53.500 RM kosten würde, bei Herstellung von mehr als 10 Stück. Dies ergibt ungefähr 1 RM/kg oder 29,2 RM/qm. Die Ruhrchemie schätzt den Hochdruckofen auf 53 t und die Kosten auf 72.000 RM fertig eingebaut einschließlich Rohrleitungen und einem entsprechenden Anteil am Dampfnetz und den Gebäuden.

Die Kosten für den Einbau eines Ofens ergeben sich dann, wenn man die Ruhrchemie-Angaben über die Gewichte der Rohrleitungen des Dampfsammlers usw. einsetzt, wie folgt:

Gesamtkosten eines Syntheseofens

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Ofen ab Fabrik | 53.500.-- RM |
| Fracht | 5.900.-- " |
| Fundament und Unterstützung | 3.350.-- " |
| Aufstellung | 3.350.-- " |
| | <hr/> |
| | 66.100.-- RM |
| 8 t Rohrleitungen | 11.700.-- " |
| 1,5 t Dampfsammler | 2.200.-- " |
| 4,0 t Gebäude | 3.350.-- " |
| | <hr/> |
| | 83.350.-- RM |
| | <hr/> |

Ruhrchemie-Angaben RM 72.000.-- = \$ 28.800.--

Auf dieser Grundlage wurden $\$ 28.800$ für den Ofen angenommen und noch 10% Unvorhergesehenes für die ganze Syntheseanlage eingesetzt.

Die Zahl der Hochdruckapparate wurde für eine 2-stufige Anlage ähnlich der Ruhrchemie mit deren Angaben, daß eine durchschnittliche Belastung mit $865 \text{ m}^3/\text{h}$ Idealgas über 6 Monate erreicht wird, angenommen. Mit diesen Annahmen sind 81 Öfen notwendig einschließlich 5% Reserve. Damit kosten 81 Öfen à RM 96.000.-- RM 7.600.000.--

2) Niederdruck-Synthese.

Die Niederdrucköfen sind kastenähnlich 5 m lang, 2,45 m hoch und 1,5 m breit. Jeder Ofen enthält etwa ebensoviel Raum wie ein Hochdruckofen und enthält 650 Rohre, $1\frac{1}{2}$ Zoll, welche horizontal durch den Ofen gehen. Dünne Bleche sind auf den Rohren in 7 mm Abstand befestigt und wirken als Rippenoberfläche, um die Reaktionswärme an die wassergekühlte Oberfläche abzuführen. Die Ruhrchemie schätzt das Ofengewicht auf 45,4 t und die Kosten auf 64.000.-- RM fertig eingebaut. Es ergibt sich dann folgende Kostenaufstellung.

Gesamtkosten des Niederdruckofens

| | | |
|--|-----------|----|
| Ofen mit 45,4 t | 33.500.-- | RM |
| Fracht | 5.000.-- | " |
| Fundamente und Unterstützung | 3.350.-- | " |
| Aufstellung | 3.350.-- | " |
| | 45.200.-- | RM |
| Die doppelten Rohrleitungskosten wie für Hochdruck | 23.500.-- | " |
| Dampfsammler | 2.200.-- | " |
| Gebäude | 3.350.-- | " |
| | 74.250.-- | RM |
| | ===== | |

Ruhrchemie gibt an RM 64.000.-- = $\$ 25.600.--$

Auf dieser Basis wurden $\$ 25.000.--$ für den Ofen und 10% Unvorhergesehenes für die gesamte Syntheseanlage eingesetzt. Die Zahl der Niederdrucköfen würde für eine 2-stufige Anlage ähnlich Ruhrchemie ermittelt und zwar für $750 \text{ cbm}/\text{h}$ Belastung mit Idealgas bei 4 Monaten Kontaktlaborsdauer. Nach diesen Annahmen sind 109 Öfen notwendig einschließlich 5% Reserve. Das ergibt Anlagekosten von RM 9.100.000.

3) Optimistischer Fall Hochdruck-Synthese

Die Apparatehersteller mussten einen ähnlichen Ofen (wie Fischer-Hochdruckofen) mit 9,15 m langen Rohren anbieten. Dieser Ofen enthält doppelt so viel Kontakt und Kühlfläche. Die Gesamtkosten dieses Ofens ergeben sich wie folgt:

| <u>Gesamtkosten des grossen-Hochdruck-Ofens</u> | |
|---|---------------|
| Ofen | 75.500.-- RM |
| Fracht | 10.200.-- " |
| Fundamente und Unterstützung | 5.000.-- " |
| Aufstellung | 3.350.-- " |
| | <hr/> |
| | 94.050.-- RM |
| Rohrleitung | 33.500.-- " |
| Dampfsammler | 6.700.-- " |
| Gebäude | 5.000.-- " |
| | <hr/> |
| | 139.250.-- RM |

Die Kühlfläche in diesem Apparat kostet 17,7 RM/qm. Der Preis pro kg ist 82 Pfg.

Es wurden \$ 45.000 für den Ofen = RM 150.000 angenommen und 10 % Unvorhergesehenes für die gesamte Syntheseanlage. Für den Gasdurchsatz des grossen Ofens wurde angenommen, dass er proportional der Kühlfläche sei. Diese Voraussetzung ist natürlich noch ungeklärt und wurde nur benutzt, um eine Zahlenunterlage zu gewinnen, welche eine optimistische Möglichkeit darstellt.

Die wassergekühlte Oberfläche des Ruhrchemie-Hochdruckofens ist ungefähr 5,3 mal grösser als beim Niederdruckofen. Da die Niederdruckofen beträchtliche Rippenflächen haben, wurde angenommen, dass die relative Kühlfläche nur 4 mal und nicht 5,3 mal so gross sei. Angenommen, dass ein 4 mal grösserer Wärmehaushalt erreicht werden könnte, wären nur 26 kleine Hochdruckofen notwendig. Da die grossen Hochdruckofen doppelt so viel Kühlfläche und Kontaktvolumen besitzen, sind nur 13 Stück notwendig. Diese Zahl wurde mit Reserve auf 15 erhöht und bei 150.000 RM/Ofen ergeben sich RM 2.250.000.-- für die Syntheseanlage.

4) Kondensation und Adsorption.

Die Ruhrchemie verwendet ein Aktiv-Kohle-System in den Niederdruckanlagen. Sie machte Angaben für eine A-Kohle-Anlage und eine Ölwäsche, welche für die Hochdruckanlage benutzt werden sollte. Ein Vergleich dieser Zahlen mit den Gewichten zeigte, dass sie für die gegenwärtige Schätzung geeignet sind.

5) Kompressoren.

Für die Hochdruck-Synthese braucht man Kompressoren für RM 1 680 000 die Maschinen verdichten von 1,05 ata auf 8,8 ata. Diese Kosten basieren auf USA-Preisen.

6) Kontaktfabrik.

Die Kosten der Kontaktfabrik wurden extrapoliert nach den Ruhrchemie-Daten mit RM 2.100 000 -- für 514 Füllungen/Jahr auf der Basis 40 g/RM und einer 0,8-fachen Ausnutzung.

Für Hochdruck wurden 154 Füllungen/Jahr gerechnet, während die Niederdruckanlage 310 Füllungen benötigt. Für den optimistischen Fall sind 52 Füllungen von Normalofengrösse (10 cbm) angenommen worden (6 Monate Lebensdauer).

C. Gesamtinvestierung einschließlich der Energieanlagen für eine 80 000-tato-Anlage neben einer Raffinerie.

Die Gesamtkosten für die betrachteten Fälle sind in Tafel II dargestellt, wobei Fall I a aus Bericht 202 zum Vergleich mit aufgeführt ist. Investierung für Dampf, Energie und Wasser wurden proportional der höheren Gasproduktion bei den neuen Fällen erhöht. Es wurde angenommen, dass diese Posten für die eigentliche Synthesanlage die gleichen seien.

Die ursprünglichen Kosten des Fischer-Kontaktes wurden zu 5,20 RM/kg an Stelle von 5,50 RM/kg im Fall I a angenommen. Im optimistischen Fall wurden die Kosten auf 3,70 RM/kg ermässigt.

Die Ruhrchemie gab die Kosten für frischen Mg ThO_2 -Kontakt mit 3,33 RM/kg an und zwar RM 2 -- für Material und RM 1,33 für Herstellung.

Die obigen Materialpreise sind vergleichbar mit den Materialkosten unter U.S.A. Bedingungen.

D. Zusammenfassung der Energien.

Tafel III enthält eine Zusammenstellung des Energiebedarfes. Der in Bericht 202 geschätzte Dampfbedarf stimmt mit den Ruhrchemie-Angaben gut überein und der Energiebedarf wurde deshalb weitgehend aus Bericht 202 übernommen. Ein Zuschlag wurde für die Kompressionsenergie bei der Druck-Synthese gemacht. Neue Restgasgutschriften wurden aus Ruhrchemiedaten berechnet.

+) 13 % MgO von Co , 2,5 % ThO_2 von Co .

E. Betriebskosten pro Tag ohne Brennstoff.

Die Betriebskosten wurden auf Grund von Bericht 202 eingesetzt. Tafel IV zeigt diese Kosten einschließlich Fall I-a von Bericht 202 zum Vergleich. Aufsicht, Vorarbeiter und Betriebslabor wurden wie in Bericht 202 beibehalten. Die Ruhrchemiezahlen über Betriebslabor zeigten gute Übereinstimmung. Unterhaltungskosten wurden 4 % der Anlagekosten eingesetzt für Material 2 % und 2 % für Labor.

Raffinationskosten, Verwaltungskosten und Abschreibungen wurden wie in Bericht 202 und Fussnote Tafel IV gezeigt, angegeben.

Die Kontaktkosten der Syntheseanlage wurden zwischen 1,47 - 2,95 RM/kg verändert, um diesen Einfluß zu sehen. Die Ruhrchemie gibt für den aufgearbeiteten Kontakt 1,5 - 2,7 RM/kg an. Die Kosten für frischen Kontakt ohne Material betragen nach Ruhrchemie 1,77 RM/kg. Die Herstellungsstufen für neuen und aufgearbeiteten Kontakt sind sehr ähnlich und es wird schwer sein, die Kontaktkosten auf 50 % zu senken, da die Aufarbeitungskosten kaum unter 1,47 RM/kg kommen werden, denn der Materialpreis allein beträgt 59 - 74 Pfg/kg. Es soll erwähnt werden, dass der Einfluß dieses Faktors beim optimistischen Fall ziemlich niedrig ist, wo angenommen ist, dass der Kontakt 6 Monate hält und den vierfachen Durchsatz der Niederdrucksynthese verträgt.

Tafel V fasst die obigen Betriebskosten zu täglichen Kosten und Kosten je ltr Gesamtprodukt bei Verwendung von aufgearbeitetem Kontakt von 2,20 RM/kg zusammen. Die Ermässigung des Kontaktpreises von 2,20 auf 1,47 RM/kg beim optimistischen Fall bringt um 0,09 Pfg/ltr Ermässigung für das Endprodukt.

F. Fischerprozess-Investierung und Betriebskosten.

In Tafel VI sind die direkten und gesamten Betriebskosten zusammen mit den gesamten Investierungskosten als Funktion des Methanpreises dargestellt. Die Kosten sind in Pfg/ltr für Gaspreise von 0,013; 0,040; 0,067 und 1,15 Pfg/l COO kcal aufgestellt.

Die Hochdrucksynthese ist billiger in Bezug auf Anlagekosten und Betriebskosten als die Niederdrucksynthese.

Der jetzige optimistische Fall ist billiger als der "verbesserte Prozeß" von Bericht 202 in Bezug auf Anlagekosten. Die Betriebskosten sind für beide Fälle etwa gleich.

gez

W. Scharmann

Dr. Herren OI Sabel

Dr. Wenzel

Dr. Wirth

AWP

*Dr. Scharmann, im Lab. 09
(2. 9. 2024 in die Übersicht)*

Schätzung der Anlagekosten für eine 80.000-Jato-Fischer-Anlage mit
9% Sauerstoff zur Gaserzeugung

| Fall | Bericht DD202 | Ruhr | Ruhr | Opt. Hoch- |
|---|------------------------|-------------|------------|-------------------------|
| | Fall I-a ¹⁾ | Niederdruck | Hochdruck | Druck Sy. |
| Synthesegas-Anlage | | | | |
| 1) Gasteinigung H ₂ S | 285.000 | 586.000 | 502.000 | |
| 2) Org. Schwefel-Vorheizer | - | 167.500 | 151.000 | |
| 3) Org. S.-Reinigungssystem | - | 167.500 | 134.000 | |
| 4) Gas-Vorheizer | 310.000 | 392.000 | 345.000 | |
| 5) Oxydations-Kammern | 1.005.000 | 1.286.000 | 1.115.000 | |
| 6) Synthesegas-Kühler | 15.100 | 33.500 | 33.500 | |
| 7) H ₂ -Anlage u. Rücklaufsystem | 137.500 | 137.500 | | |
| 8) Inertgas-Anlage | 70.300 | 70.300 | 70.300 | |
| 9) Abgas-Abführung | 8.370 | 8.370 | 8.370 | |
| 10) Lager | 41.800 | 41.800 | 41.800 | |
| 11) Rohrleitung, Unterstützung usw. | 650.000 | 837.000 | 754.000 | |
| 12) Sauerstoffanlage | 3.820.000 | 4.820.000 | 4.240.000 | |
| | 6.343.070 | 8.527.470 | 7.394.970 | 5.555.000 ²⁾ |
| Ingenieurarbeit | 335.000 | 335.000 | 335.000 | 335.000 |
| Unvorhergesehenes 20% | 1.266.000 | 1.708.000 | 1.481.000 | 355.500 ³⁾ |
| Summe | 7.944.070 | 10.570.470 | 9.210.970 | 4.245.500 |
| Fischer-Anlage | | | | |
| 13) Kompressoren | | | 1.675.000 | 1.675.000 |
| 14) Fischeröfen einschl. Dampfsammler, Rohrleitungen, Gehäuse | | 9.110.000 | 7.600.000 | 2.250.000 |
| 15) Kondensation | | 670.000 | 502.000 | 502.000 |
| 16) Adsorption | | 1.842.000 | 1.206.000 | 1.206.000 |
| | 4.555.000 | 11.622.000 | 10.983.000 | 5.643.000 |
| Ingenieurarbeit | 335.000 | 335.000 | 335.000 | 335.000 |
| Unvorhergesehenes 10%, 20% | 911.000 | 1.162.000 | 1.099.000 | 566.000 |
| Summe | 5.801.000 | 13.119.000 | 12.417.000 | 6.544.000 |
| Summe: Gasanlage + Fischer | 13.745.070 | 23.689.470 | 21.627.970 | 10.789.500 |
| 17) Kontaktfabrik | 670.000 | 1.675.000 | 1.005.000 | 502.500 |

1) Kapazität ca. 62.000 Jato nach den jetzigen Ruhrchemie-Angaben.

2) Ungefähr 50 % von Hochdruck-Synthese weniger organische Schwefel- und Schwefelwasserstoff-Reinigung.

3) 10 % Unvorhergesehenes.

Gesamte Anlagekosten für eine 80.000-Jato-Anlage neben einer bestehenden Raffinerie.

| | 61500 m ² /h Bericht DD202 Fall Ia ¹⁾ | 82.000 Ruhr ND | 70.000 Ruhr HD | 70.000 Opti- mistischer Fall HD |
|-----------------------------------|---|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Synthesegas, Idealgas | | | | |
| <u>Fall</u> | | | | |
| <u>Gaserzeugung</u> | | | | |
| Komplette Anlage | 6.345.070 | 8.527.470 | 7.394.970 | 5.555.000 |
| Ingenieurarbeit | 335.000 | 335.000 | 335.000 | 335.000 |
| Unvorhergesehenes 20 % | 1.266.000 | 1.708.000 | 1.481.000 | 355.500 |
| Summe | 7.946.070 | 10.570.470 | 9.210.970 | 6.245.500 |
| <u>Dampf und Kraftanlage</u> | | | | |
| Wasserkühler | 455.500 | 737.000 | 1.005.000 | 1.005.000 |
| Wasserbrunnen | 134.000 | 201.000 | 167.500 | 167.500 |
| Verwaltungsgebäude, Labor | 26.800 | 33.500 | 33.500 | 33.500 |
| Raffinations-Leitung | 16.750 | 16.750 | 16.750 | 16.750 |
| Summe | 254.700 | 318.400 | 285.000 | 285.000 |
| Summe | 8.831.820 | 11.877.120 | 10.718.720 | 5.753.320 |
| <u>Katalysator u. Chemikalien</u> | | | | |
| Strom, Abgaben, Lizenz | 293.000 | 388.000 | 335.000 | 335.000 |
| Summe | 134.000 | 177.600 | 154.200 | 154.200 |
| Summe | 9.258.820 | 12.442.720 | 11.207.920 | 6.242.520 |
| <u>Fischer Anlage</u> | | | | |
| Anlage | 4.555.000 | 11.622.000 | 10.985.000 | 5.643.000 |
| Ingenieurarbeit | 335.000 | 335.000 | 335.000 | 335.000 |
| Unvorhergesehenes 20 % | 911.000 | 1.162.000 | 1.099.000 | 566.000 ²⁾ |
| Summe | 5.801.000 | 13.119.000 | 12.417.000 | 6.544.000 |
| <u>Wasserkühler</u> | | | | |
| Wasserbrunnen | 137.500 | 137.500 | 137.500 | 137.500 |
| Verwaltungsgebäude, Labor | 26.800 | 26.800 | 26.800 | 26.800 |
| Vorratstank, 9500 cbm | 16.750 | 16.750 | 16.750 | 16.750 |
| Rohrleitung zur Raffinerie | 100.500 | 100.500 | 100.500 | 100.500 |
| Rohrleitung zur Raffinerie | 164.000 | 164.000 | 164.000 | 164.000 |
| Kontaktanlage | 670.000 | 1.675.000 | 1.005.000 | 502.500 |
| Summe | 6.916.550 | 15.239.550 | 13.867.550 | 7.492.050 |
| <u>Kontakt und Chemikalien</u> | | | | |
| Summe | 2.340.000 | 2.171.000 ³⁾ | 1.350.000 | 432.000 ⁴⁾ |
| <u>Gesamtsumme</u> | | | | |
| Summe | 18.515.370 | 29.853.270 | 26.425.470 | 14.166.970 |

1) Kapazität 62.000 Jato nach jetzigen Ruhrchemie-Angaben

2) 10 %

3) 5,20 RM/kg

4) 3,70 RM/kg

Zusammenstellung der Energie.

| Energien | Fall Ia | Ruhr | Ruhr | |
|--------------------------------------|------------|-------------|-----------|-------|
| | DD Bericht | Niederdruck | Hochdruck | |
| 16 atü Dampf | - | - 23,2 | - 24,1 | t/h |
| Synthese-Ofen | - | 1,1 | 0,8 | " |
| 9 atü Dampf | - | - | - | " |
| Synthese-Ofen | - 52,0 | - 45,4 | - 47,2 | " |
| Sauerstoff-Anlage | 47,4 | 63,1 | 52,8 | " |
| Schwefelwasserstoff-Wasch- pumpen | 0,45 | 0,61 | 0,51 | " |
| Wasserstoff-Anlage | 1,88 | 1,88 | - | " |
| Adsorption | 6,30 | 13,20 | 7,18 | " |
| Verschiedenes | 1,89 | 1,89 | 1,89 | " |
| Ölpumpen | 0,45 | 0,45 | 0,45 | " |
| Synthesegas-Kompressoren | 7,94 | - | - | " |
| Luftkompressoren | 0,013 | 0,013 | 0,013 | " |
| Wasserpumpen | 5,14 | 6,80 | 5,67 | " |
| Kraftanlage | 3,21 | - | 47,20 | " |
| 2 atü Dampf | - | - | - | " |
| Schwefelwasserstoffanlage | 1,06 | 1,42 | 1,17 | " |
| Wasserstoffanlage | 1,00 | 1,34 | - | " |
| Adsorption | 1,32 | 1,32 | 1,32 | " |
| | 26,05 | 46,80 | 71,00 | " |
| Kraft | - | 625 | 665 | kWh |
| Licht | 210 | 280 | 230 | " |
| Brunnenpumpen | 79 | 105 | 88 | " |
| Synthesenöfen | - | 79 | 58,5 | " |
| Org. Schwefel-Reinigung | - | 79 | 67 | " |
| | 289 | 543 | 443,5 | " |
| Synthesegas-Kompression | - | - | 4500 | " |
| | - | - | 4943,5 | " |
| Wasser | - | - | - | " |
| H ₂ S-Reinigung | 25 | 34 | 28 | cbm/h |
| H ₂ -Anlage | 32 | 32 | - | " |
| Gasmaschinen | 2020 | 2490,0 | 2080,0 | " |
| Sauerstoffanlage, Kühlung | 267 | 352 | 290 | " |
| Adsorption | 38 | 38 | 38 | " |
| Fischer-Anlage | 400 | - | - | " |
| Gaserzeugung | 102 | 137 | 114 | " |
| Verschiedenes | 79 | 79 | 79 | " |
| Kesselhaus | 26 | 48 | 71 | " |
| Gas | - | - | - | " |
| Prozess-Gas | 189.000 | 252.000 | 210.000 | KWE/h |
| Gasf. Dampferzeugung | 22.500 | 39.500 | 61.000 | " |
| Inertgas-Anlage | 2.300 | 2.300 | 2.300 | " |
| Verschiedenes | 2.100 | 7.000 | 6.000 | " |
| | 215.900 | 302.900 | 281.400 | " |
| Rückgas | 41.600 | 79.200 | 45.900 | " |
| Aufbereitetes Wasser | - | - | - | " |
| Fischer- und Gas-Anlage | 52 | 47 | 48 | cbm/h |
| Dampfanlage | 26 | 48 | 71 | " |

Betriebskosten pro t ohne Brennstoff für eine 80.000-Jato-Anlage neben einer bestehenden Raffinerie.

| | Fall I-2 | Ruhr MD | Ruhr HD | Optim. Fall HD |
|---|------------|---------|------------|----------------|
| Abwasserzulauf | | | | |
| Direkte Kosten | | | | |
| Labor- und Vorarbeiter | RM/h | 4,60 | 4,60 | 4,60 |
| Betriebslöhne 85 ¢/h | 7/Schicht | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Verschlede | → | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| Reparaturen 2 % | | 20,20 | 21,10 | 9,80 |
| Reparatur-Material | | 20,20 | 21,10 | 9,80 |
| Oxydationskontakt 60,5 ¢/h | | | | |
| 3 Jahre - 96.000 # | | 7,40 | 127500 # | 8,20 |
| Conversion-Kontakt 34,5 ¢/h | | | | |
| 5 Jahre - 5.000 # | | 0,15 | 0,15 | |
| D.E. 1 25 ¢/h 4 Jahre - 17.000 # | | 0,42 | 22600 # | 0,42 |
| Leuchte 2 ¢/h 1.300 # | | 3,80 | 3,80 | 3,80 |
| Org.S. Kat. | | | 430 | 4,75 |
| Abgasser | | 2,10 | 2,10 | 2,10 |
| 15 % Behälter | | 7,00 | 8,00 | 5,40 |
| Schleimwasser | | 1,25 | 1,25 | 1,25 |
| Laborreinigung | | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Strom und Versicherung, 1 % | | 10,00 | 12,10 | 4,90 |
| Gesamte indirekte Lasten einschl. 10 % Amortisation | | 99,52 | 120,61 | 72,67 |
| | | 150,05 | 186,50 | 82,10 |
| Gesamte Kosten, Direkt + Indirekt | | 242,57 | 307,11 | 154,77 |
| Synthes-Anlage | | | | |
| Direkte Kosten | | | | |
| Labor- und Vorarbeiter | | 4,60 | 4,60 | 4,60 |
| Betriebslöhne 85 ¢/h | 11/Schicht | 31,00 | 11/Schicht | 10/Schicht |
| Verschlede | | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| Reparaturen, 2 % | | 15,80 | 30,00 | 14,90 |
| Reparatur-Material | | 15,80 | 30,00 | 14,90 |
| Kosten | | 2,10 | 2,10 | 2,10 |
| Gehälter, 15 % | | 7,95 | 10,00 | 7,40 |
| Labor-Aufsicht | | 1,10 | 3,50 | 3,50 |
| Speisewasser | | 1,25 | 1,25 | 1,25 |
| Strom und Versicherung | | 7,95 | 15,10 | 7,50 |
| | | 88,95 | 129,00 | 85,85 |
| Katalysator kg/h | | 24,4 | 10,6 | 17,8 |
| Synthesekontakt, Kosten RM/kg | | 2,20 | 1,47 | 2,95 |
| Katalysatorkosten RM/h | | 53,70 | 156,0 | 26,20 |
| Gesamte direkte Kosten | | 142,65 | 285,0 | 112,05 |
| Gesamte indirekte Kosten einschl. 10 % Amortisation | | 129,50 | 223,00 | 119,5 |
| Gesamte direkte und indirekte Kosten | | 272,15 | 508,0 | 231,55 |
| | | 585,0 | 472,50 | 244,55 |
| | | 665,00 | 511,80 | 257,85 |

Summe der Betriebskosten ohne Brennstoff

Aufgearbeiteter Kontakt 2,20/kg

Gasherstellung durch Methanoxidation mit 94 % Sauerstoff.

Dampfgekühlte Fischeröfen

| | Direkte Kosten | | Gesamt-Kosten | |
|--------------------------------|----------------|--------------------|---------------|--------------------|
| | RM/h | Pfg/ltr Produkt | RM/h | Pfg/ltr Produkt |
| <u>1) Niederdruck-Synthese</u> | | | | |
| Gasherstellung | 121 | | 307 | |
| Fischer-Synthese | 362 | | 585 | |
| | <u>483</u> | 4,1 | <u>892</u> | 7,5 |
| <u>2) Hochdruck-Synthese</u> | | | | |
| Gasherstellung | 106,6 | | 270 | |
| Fischer-Synthese | 242,3 | | 472 | |
| | <u>351,9</u> | 2,9 | <u>742</u> | 6,2 |
| <u>3) Fall I-a Bericht</u> | | | | |
| Gaserzeugung | 99,5 | | 250 | |
| Fischer-Synthese | 143,0 | | 272 | |
| | <u>242,5</u> | 2,0 | <u>523</u> | 4,4 |
| <u>4) Optimistischer Fall</u> | | | | |
| Gaserzeugung | 72,7 | | 154,8 | |
| Fischer-Synthese | 125,5 | | 244,6 | |
| | <u>198,2</u> | 1,67 | <u>399,4</u> | 3,25 |
| für Fall 4) bei 1,41 RM/kg | | | | |
| aufgearb. Kontakt | | | | |
| | | 1,55 | | 3,25 |

Fischer-Verfahren

Investierung und Produktkosten für eine 80.000 Jato-Anlage neben einer bestehenden Raffinerie (2,20 RM/kg aufgearbeiteten Kontakt)

| | Gesamt- investierung | Methan Pfg./1000 kcal. | Direkte Kosten ohne Brennst. | Kosten Pfg./litr. | Gesamte Kosten ohne Brennst. | Produktkosten Pfg./litr. |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Ruhr-Chemie | | | | | | |
| ND-Synthese | 12.450.000 RM | 1,02 | | | | |
| Gasherstellung | 17.400.000 " | 3,05 | | | | |
| Fischer-Anlage | 29.850.000 " | 0,90 | | | | |
| Summe | | 4,07 | 4,29 | 4,75 | 5,20 | 6,32 |
| Pfg./litr. | | | | | 7,74 | 8,18 |
| 2. Ruhr-Chemie | | | | | | |
| HD-Synthese | 11.200.000 RM | 0,89 | | | | |
| Gaserzeugung | 15.200.000 " | 2,07 | | | | |
| Fischer-Anlage | 26.400.000 " | 0,00 | | | | |
| Summe | | 2,96 | 3,20 | 3,68 | 4,16 | 5,36 |
| Pfg./litr. | | | | | 5,45 | 6,93 |
| 3. Fall I - a | | | | | | |
| DD-Ber. 202 | 9.260.000 RM | 0,83 | 0,90 | 1,02 | 1,13 | 1,42 |
| Gaserzeugung | 9.260.000 " | 1,21 | 1,20 | 1,12 | 1,04 | 0,89 |
| Fischer-Anlage | 18.520.000 " | 0,00 | 0,15 | 0,44 | 0,74 | 1,49 |
| Summe | | 2,04 | 2,25 | 2,58 | 2,91 | 3,80 |
| Pfg./litr. | | 2,66 | 2,89 | 3,35 | 3,80 | 4,94 |
| 4. Optimist. Fall | | | | | | |
| HD-Synthese | 6.240.000 RM | 0,61 | | | | |
| Gaserzeugung | 7.920.000 " | 1,05 | | | | |
| Fischer-Anlage | 14.160.000 " | 0,00 | | | | |
| Summe | | 1,66 | 1,89 | 2,36 | 2,84 | 3,80 |
| Pfg./litr. | | 1,55 | 1,78 | 2,25 | 2,73 | 4,94 |
| 5. Verbess. Prozess | | | | | | |
| DD-Ber. 202 | 9.050.000 RM | 0,75 | 0,78 | 0,82 | 0,87 | 0,97 |
| Gaserzeugung | 2.400.000 " | 0,43 | 0,44 | 0,43 | 0,47 | 0,49 |
| Fischer-Anlage | 12.530.000 " | 0,00 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1,50 |
| Summe | | 1,18 | 1,37 | 1,72 | 2,09 | 2,96 |
| Pfg./litr. | | | | | 3,00 | 3,36 |
| | | | | | 1,90 | 1,95 |
| | | | | | 0,95 | 0,96 |
| | | | | | 0,15 | 0,45 |
| | | | | | 3,00 | 3,36 |
| | | | | | 1,99 | 1,99 |
| | | | | | 0,95 | 0,99 |
| | | | | | 0,75 | 1,50 |
| | | | | | 3,70 | 4,59 |