

*Ruhrbezugs. Aktiengesellschaft
Oberhausen - Holten*

A b s c h r i f t .

001140

3441-30/5.01-69

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G.
Abtlg. Gasverflüssigung, Hüllriegelskreuth b. München.

R u h r b e z i n A.-G.
Oberhausen - Holten

Hüllriegelskreuth, d. 25.9.36.

Betr.: Kohlensäure-Entfernung durch
Tiefkühlung.

Wir beziehen uns auf die Unterhaltung Ihres sehr geehrten Herrn Professor Martin mit unserem Herrn Dr. Richard Linde in Essen am 6.8.1936 über das in unserem Schreiben vom 22.7.36. Ihnen vorgeschlagene Verfahren der Kohlensäure-Entfernung durch Tiefkühlung. Es wurde seitens des Ersteren zum Ausdruck gebracht, dass das Verfahren zur Vorreinigung von Benzin - Synthesegas hinsichtlich des Energieverbrauchs und der Anlagekosten den für diesen Zweck zu stellenden Anforderungen genügt und dass Sie daher an einer Prüfung des Verfahrens in halbertechnischem Massstabe interessiert seien. Wir sind grundsätzlich bereit, solche Versuche gemeinsam mit Ihnen durchzuführen und sagten Ihnen zu, dass wir Sie über die Kosten für die Aufstellung einer Versuchsanlage unterrichten würden.

~~Um aus den Ergebnissen der Versuchsanlage~~
mit genügender Sicherheit auf die in einer Grossanlage zu erwartenden Ergebnisse schließen zu können, muss die Anlage für eine stündliche Durchschnittsleistung von 1000 - 16 000 m³ Rohgas (14% CO₂, 56% H₂, 30% CO) bemessen werden. Wir können dann Teile der Oberhausener Anlage, nämlich 2 Regeneratoren und 1 Gebläse benutzen, wodurch sich die baren Aufwendungen für die Versuchsanlage um etwa RM. 12 000.- ermässigen. Neu zu beschaffen sind: 2 Regeneratoren, die Schalteinrichtung, die Rohrleitungen sowie ein Verdichter (für etwa 1600 m³ Rohgas 2 atü Enddruck) und eine Expansionsturbine. Unsere Selbstkosten für die Neubeschaffungen einschliesslich der Aufstellung der Anlage betragen etwa RM. 50 000.-, der Gesamtaufwand für die Errichtung der Versuchsanlage ist demnach auf RM. 62 000.- zu beziffern.

Die Arbeitsweise der Anlage wird dieselbe sein, wie wir sie Ihnen in unserem Brief vom 22.7.1936 geschildert haben. Die Anlage wird so eingerichtet, dass wir aus dem Versuchsbetrieb alle notwendigen Unterlagen für den Bau grosser Anlagen hinsichtlich Betriebssicherheit und Betriebskosten gewinnen können und dass Ihrerseits die Eignung des gereinigten Gases für die Zwecke der Benzin-Synthese geprüft werden kann. Der Energieverbrauch der Anlage wird etwa 100 kWh für 1000 m³ Rohgas sein. Diese Ziffer ist höher, als wir Sie Ihnen in unserem Schreiben vom 22.7. genannt haben. Der Grund dafür ist einmal darin zu suchen, dass wir für die Versuchsanlage Verdichter und Gebläse mit weitem Leistungsspielraum verwenden und den Wirkungsgrad dieser Aggregate infolgedessen erheblich niedriger einsetzen als für vollbelastete Verdichter in Grossanlagen. Wir rechnen ferner auch nicht mit einer Gutschrift für die an der Expansionsturbine gewonnene Energie sowie für den Energieinhalt des mit 0,2 - 0,3 atü Überdruck abziehenden gereinigten Gases. Ferner haben wir bei der Abschätzung des Energieverbrauches berücksichtigt, daß die kleinere Anlage naturgemäß mit größeren spezifischen Kälteverlusten arbeitet als eine Grossanlage.

Zu den Betriebsaufwendungen ist noch der Verlust an Gas zu rechnen, welcher durch das Ausblasen der Regeneratoren mit Luft entsteht. Der Verlust wird etwa 2 - 3% der verarbeiteten Gasmenge sein, ein Betrag, welcher in der Betriebskostenberechnung unseres Schreibens vom 22.7.36. noch nachträglich einzufügen ist. Für die Bedienung der Anlage wären Ihrerseits 2 Mann zur Verfügung zu stellen. Als Rohgas müßte uns zunächst entschwefelt Gas zur Verfügung gestellt werden, an welchem die Entfernung der Kohlensäure und die Feinreinigung von Schwefelverbindungen nachzuweisen wäre. Ob wir auch das Rohgas mit seinem vollen Gehalt an Schwefelwasserstoff in der Anlage verarbeiten können, hängt davon ab, in welcher Weise es gelingt, den Schwefelwasserstoff in der Spülluft zu vernichten. Wir schlagen vor, dieses Problem zur gemeinsamen Erörterung zurückzustellen.

Für die Anwendbarkeit des Verfahrens ist es wünschenswert zu wissen, ob das Gas Stickoxyde und geringe Mengen von schwerer Kohlenwasserstoffen enthält, weil hierdurch die Vorbedingung für die Bildung der bestimmten Nitro-Körper bei der Abkühlung

des Gases in Regeneratoren gegeben wäre. Wir bitten Sie und mitteilen zu wollen, ob Ihnen aus Ihren bisher vorliegenden Untersuchungen hierüber Näheres bekannt ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so halten wir es für erforderlich, dass Sie durch entsprechende Versuche die Anwesenheit der genannten Stoffe im Gas feststellen lassen und zwar möglichst noch ehe eine Entscheidung über die Aufstellung einer Versuchsanlage gefällt werden soll. Die Prüfung sollte sich auch auf den Gehalt des Gases an Staub und an Eisenkarbonyl erstrecken.

Betreffs der Aufteilung der Kosten schlagen wir Ihnen folgendes vor: Das aus der Oberhäuser Anlage übernommene Anlagenteile stellen wir kostenlos zur Verfügung. Die übrigen Kosten für Lieferung und Aufstellung der Versuchsanlage (etwa RM. 50.000.-) übernehmen Sie und wir je zur Hälfte. Für die Durchführung der Versuche stellen wir einen zur Leitung geeigneten Herren und zeitweise evtl. noch einen Monteur zur Verfügung, während Sie das Hilfspersonal, im Durchschnitt 2 Mann je Schicht, stellen. Die Kosten für Gas, Strom usw. gehen zu Ihren Lasten. Führen die Versuche zu dem Ergebnis, dass die von uns vorgeschlagene Arbeitsweise betriebssicher ist und die Betriebskosten sich im Rahmen der in unserem Schreiben vom 22.7. gemachten Angaben halten, so soll eine grössere Anlage aufgestellt werden, in welchem Falle wir die Versuchsanlage zurücknehmen und Ihnen Ihre Aufwendungen für deren Beschaffung vergüten.

Die bei den Versuchen gewonnenen Erfahrungen stehen für den Bau von Anlagen zur Vorreinigung des Benzin-Synthesegases durch Tiefkühlung ausschliesslich uns zur Verfügung. Auf Ausbildungsformen des Verfahrens, welche während der Versuche gefunden werden und für welche Patentschutz erreicht werden kann, erhalten Sie eine Freilizenz.

Wir bitten Sie, uns Ihre Stellungnahme zu unseren Vorschlägen wissen lassen zu wollen.

Gesellschaft
für Linde's Eismaschinen A.-G.
gez. Unterschriften.

Durchschrift

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G.
Abteilung: Gasverflüssigung, Hüllriegelkreuth

Muhrbenzin Aktiengesellschaft
Oberhausen-Holteln.

Hüllriegelkreuth, d. 22.7.36.

Ihr Zeichen RB Verw. III
A/M

Ihre Nachricht v. 3.7.36.

Betr. Kohlensäureentfernung durch Tiefkühlung.

Wir haben in der Zwischenzeit die Frage der Kohlensäureentfernung durch Tiefkühlung einer genaueren Prüfung unterzogen, um Ihnen die voraussichtlichen Anlage- und Betriebskosten angeben zu können. Wir stützen uns dabei zum Teil auf die Ergebnisse der vor einigen Jahren in Oberhausen angestellten Versuche. Unsere jetzigen Überlegungen hatten hauptsächlich die Erhöhung der Betriebssicherheit des damals entwickelten Verfahrens zum Gegenstand.

Unsere Ermittlung haben wir auf eine Anlagegröße von stündlich 42000 m³ Rohgas (58% H₂, 28% CO, 14% CO₂), die Sie unserem Herrn Dr. Karwat nannten, abgestellt. Eine solche Anlage würde drei Einheiten umfassen, von denen jede aus vier Regeneratoren mit den zugehörigen Ventilen und Schalteinrichtungen sowie je einer Expansionsturbine besteht. Das Rohgas wird in einem Turboverdichter mit Dampftrieb auf etwa 1,7 atü verdichtet, lagert bei der Abkühlung in einem Regenerator seinen Gehalt an CO₂ ab, expandiert dann kälteleistend in einer Turbine und verläßt nach der Anwärmung in einem zweiten Regenerator die Anlage unter einem Druck von 0,3 atü. Der Gehalt an CO₂ im Reingas wird etwas geringer sein als der Kohlensäuregehalt der Luft. Bei der Abkühlung des Rohgases in den Regeneratoren scheiden sich neben CO₂ auch die im Gas enthaltenen Schwefelverbindungen (H₂S, SO₂, COS, CS₂) ab. Sehr sichere Voraussagen in Bezug auf den Schwefelgehalt des gereinigten Gases lassen sich allerdings nicht machen, da einerseits nicht bekannt ist, welcher Art diese Schwefelverbindungen im

• konvertierten Wassergas sein werden und andererseits die Tensionen dieser Stoffe bei sehr tiefen Temperaturen noch nicht gemessen sind. Immerhin wird man jetzt damit rechnen können, daß die Hauptteile der im konvertierten Wassergas enthaltenen Schwefelverbindungen durch die Tiefkühlung aus dem Gase entfernt werden. Näheren Aufschluß könnten einige einfache Kondensations-Messungen am Rohgas geben.

Wir haben bei der Projektierung des Verfahrens besondere Sorgfalt darauf verwendet, alle Gefahrenmomente auszuschließen, welche aus der Verwendung von Luft als Spülgas erwachsen könnten. Die Luft, mit welcher die in den Regeneratoren abgelagerten Kondensate wieder verdampfen werden, steht in allen Teilen der Anlage unter geringerem Druck als das Gas. Hierdurch wird mit Sicherheit verhindert, daß Luft in Gasleitungen eindringen kann. Die geringen Gasmengen, welche sich beim Spülvorgang in den Regeneratoren mit Luft mischen, werden direkt ins Freie abgeblasen. Die Steuerung der Ventile für Gas und Luft wird zwangsläufig so ausgeführt, daß niemals ein Gasventil sich öffnen kann, solange das entsprechende Luftventil nicht vollständig geschlossen ist.

Für die Verdichtung des Gases und der Luft ist je ein mit Dampfturbo angetriebener Turboverdichter vorgesehen, für welche wir von der Gutehoffnungshütte ein Angebot erhalten haben. Wir nehmen an, daß das Rohgas unter einem Druck von 1,0 ata zur Verfügung steht. Die Verdichtung auf 2,7 ata erfordert dann etwa 2340 PS. Hierzu braucht eine Frischdampf-Turbine mit Kondensation (0,07 ata Gegendruck) etwa 8,8 t Dampf (15 ata, 400°C). Die Verdichtung der Luft von 1,0 auf 1,3 ata erfordert etwa 284 PS. Zum Antrieb des Luftgebläses würde uns eine Dampfturbine mit Gegendruck (3,5 ata) vorgeschlagen. Diese braucht etwa 4,6 t Dampf (15 ata, 400°C). Sollte für den bei dieser Turbine anfallenden Abdampf keine Verwendung sein, so könnte dieser evnt. in einer MD-Stufe der Dampfturbine des Gaskompressors eingeführt werden. Die Expansionsturbinen, in denen das abgekühlte Rohgas arbeitsleistend entspannt wird, werden mit asynchron-Generatoren gekuppelt. Sie liefern zusammen etwa 100kW in das Stromnetz.

Für die Ermittlung der Betriebskosten rechnen wir mangels Kenntnis der dortigen Dampfpreise die an der Kupplung der Dampfturbinen geleistete Arbeit in elektrische Energie um. Für die Verarbeitung von 42000 m³ Rohgas je Stunde benötigen die Gas & Luft -

verdichtet zusammen 1940 kWh. Hiervon können die in den Expansionsturbinen rückgewonnenen 100 kW abgezogen werden. Ferner könnte noch derjenige Energiebetrag abgezogen werden, der der Verdichtung des reinen Gases auf 0,3 atü entspricht, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß das Reingas tatsächlich unter diesem Druck gebraucht wird. Es sind dies etwa 320 kWh. Als Gesamt-Energieaufwand für die Verarbeitung von 42000 m³ je Stunde Rohgas ergibt sich somit der Betrag von 1520 kWh bzw. von 36 kWh pro 1000 m³ Rohgas. Wir setzen in der Betriebskostenrechnung den Preis für die kWh mit 1,2 Pfg. an, wie er uns als vergleichbar mit den Dampfpreisen in einer Benzinsynthese genannt worden ist.

An Kühlwasser werden für die Verdichter etwa 100 m³/h benötigt, wofür wir entsprechend Ihren Angaben einen Preis von 6 Pfg. je m³ eingesetzt haben.

Zur Bedienung der Anlage reichen 6 Mann aus.

Die Anlage wird etwa RM. 1.100.000.-- kosten.

Dieser Preis schließt die Lieferung der Regeneratoren nebst den erforderlichen Schalteinrichtungen sowie der Turboverdichter nebst Dampfturbos und ferner auch die Kosten der Aufstellung ein. Das Gewicht der Regeneratoren usw. ist etwa 250 t, das Gewicht der Maschinensätze 80-100 t,. Nicht im Preis enthalten sind die Kosten für Fundamente, Gebäude, elektrische Maschinen und Einrichtungen. Wir halten einen Kapitaldienst von 15% des Anlagekapitals bei 8000 Betriebsstunden im Jahr für ausreichend und haben diesen in die folgende Rechnung eingeführt.

Die stündlichen Betriebskosten für die Reinigung von 42000 m³ Rohgas sind die folgenden:

Energiebedarf: 1520 kWh. 1,2 Pfg./kWh	RM 18,30
Kühlwasser für 100 m ³ . 6 Pfg./m ³	6,--
Gasverdichter		
Bedienung: 6 Mann: Stundenlohn je RM 1,--	6,--
Kapitaldienst: 15% aus 1,1 Mill. RM., 8000 Betriebsstunden	20,60
		<hr/>
		RM 50,90

Die Betriebskosten für die Verarbeitung von 1000 m³ Rohgas errechnen sich hieraus zu RM. 1,20. Sie betragen, bezogen auf 1000m³ Reingas, RM 1,42.

Wir möchten zum Schluß noch betonen, daß wir bei dem gegenwärtigen Stand der technischen Entwicklung dieses Verfahrens

noch nicht in der Lage sind, für die oben genannten Zahlen eine Gewährleistung zu übernehmen. Wir haben dieselben nach bestem Wissen und Gewissen ermittelt und dabei auch vorsichtig gerechnet, sodaß wir hoffen können, daß sich in der Praxis unsere Angaben zumindest bestätigen werden.

Eine weitergehende Aufklärung könnte nur die Fortsetzung der früheren Versuche bringen. Wir werden Ihnen in Kürze über die Frage der Aufstellung einer Versuchsanlage weitere Mitteilungen zugehen lassen.

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, A.-G.