

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM
13. JUNI 1941

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

1800

№ 707 079

KLASSE 12i GRUPPE 1 01

G 08508 IVb/12i



Dr.-Ing. Ernst Karwat in Pullach



ist als Erfinder genannt worden.

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G. in Höllriegelskreuth
Verfahren zur Abscheidung von gasförmigen Verunreinigungen aus Gasgemischen
durch Ausfrieren

Patentiert im Deutschen Reich vom 23. August 1938 an
Patenterteilung bekanntgemacht am 8. Mai 1941

Vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Gasgemischen, welche in äußerster Reinheit zu katalytischen Prozessen, z. B. zur Benzinsynthese nach Fischer-Tropsch, dienen sollen, und insbesondere zur Entschwefelung von H_2 -CO oder H_2 - N_2 -Gemischen.

Es ist schon vorgeschlagen worden, aus Gasgemischen, die außer Wasserstoff noch Kohlenwasserstoffe sowie sehr kleine Mengen syntheseschädliche Verunreinigungen, wie z. B. von CO_2 , CO, H_2O , H_2S , AsH_3 , PH_3 und COS enthalten, synthesereinen Wasserstoff herzustellen, indem man das verdichtete Gasgemisch tief kühlt und die Verunreinigungen mittels der verflüssigten Kohlenwasserstoffe auswäscht und schließlich die letzten Spuren von Verunreinigungen durch Absorption an hochporösen Körpern beseitigt. Dieses Verfahren kann nur angewendet werden, wenn die Hauptmengen von CO_2 und H_2S bis auf Spuren vor der Tiefkühlung des zu reinigen-

den Gasgemisches entfernt werden. Stets ist dabei die Abscheidung der Verunreinigungen an die Anwesenheit verflüssigbarer Kohlenwasserstoffe in dem zu reinigenden Gas gebunden, damit die Verunreinigungen in Lösung gebracht werden können. Im Benzinsynthesegas ist aber die Anwesenheit, besonders der höheren verflüssigbaren Kohlenwasserstoffe in der Regel nicht gegeben, dagegen enthält es sehr viel Kohlenoxyd, so daß jenes bekannte Verfahren nur in Ausnahmefällen praktisch durchgeführt werden könnte. Dabei müßten aber jeweilig vor der Tiefkühlung des zu reinigenden Gases die sehr erheblichen Kohlensäuremengen (3 bis 30% CO_2) aus dem rohen Synthesegas mittels Druckwasserwäsche oder Alkazitwäsche entfernt werden, was bekanntlich sehr teuer ist.

Vorliegende Erfindung betrifft jedoch ein Verfahren, bei welchem die Gasreinigung durch Tiefkühlung ohne vorherige Entfernung der Kohlensäure durchgeführt wird.

Es ist auch schon vorgeschlagen worden, zwecks Heizwertverbesserung eines Gichtgases dessen Kohlensäuregehalt dadurch zu vermindern, daß man es in periodisch gewechselt

5 selten Kältespeichern abkühlt und die sich hierbei ablagernde feste Kohlensäure nach dem Umschalten der Speicher mittels eines Hilfgases verdampft und aus dem Speicher wieder entfernt. Da die Erzeugung der tiefen Temperatur bekanntlich um so mehr Energie kostet, bei je tieferer Temperatur die Kälte nutzbar gemacht werden soll, begnügte man sich damit, das Gas so weit abzukühlen, daß der im gereinigten Gas verbleibende Kohlensäuregehalt die Verwendung des Gases nicht mehr stört. Soll z. B. gereinigtes Gichtgas zu Heiz-

10 zwecken Verwendung finden oder sollen Kohlenoxyd-Wasserstoff-Gemische für Synthesezwecke, z. B. die Benzinsynthese, Verwendung finden, so genügt es vollkommen, das Gas bis auf einen Endgehalt von 1 bis 2% CO_2 von Kohlensäure zu befreien, und dementsprechend ist bei der bekannten Arbeitsweise eine tiefste Temperatur von -125° in

15 Aussicht genommen worden. Praktisch hat diese Arbeitsweise keine Anwendung gefunden, weil sich weder die Aufbesserung des Heizwertes eines Gichtgases, noch die Kohlensäureausscheidung aus Benzinsynthesegasen bezahlt machte. In Benzinsyntheseanlagen, deren Rohgas wesentliche Kohlen-

20 säuremengen enthält, z. B. 10 bis 20% CO_2 , hat man es, weil die Kohlensäureentfernung auf jede Art zu teuer ist, bisher stets vorgezogen, die Kohlensäure im Gas zu belassen, obwohl man dann mehr Kontaktraum anwenden mußte und obwohl das Restgas der Benzinsynthese durch seinen hohen Kohlensäuregehalt von 45 bis 55% nahezu unver-

25 wertbar wurde.

Das Verfahren der Erfindung ist zur Entfernung der Kohlensäure aus Wasserstoff-Kohlenoxyd-Gemischen oder ähnlichen wasserstoffreichen Gasgemischen, die zu Synthesezwecken Verwendung finden sollen, bestimmt. Es macht von der eingangs erwähnten Arbeitsweise Gebrauch, das von Kohlensäure zu befreiende Gas in periodisch gewechselten Kältespeichern abzukühlen und die

30 abgelagerte feste Kohlensäure mittels eines Hilfgases zu verdampfen und zu entfernen. Abweichend von der bekannten Arbeitsweise wird das Gas jedoch bis auf die tiefste mögliche Temperatur, d. h. bis zum Taupunkt des

35 den höchsten Taupunkt besitzenden Hauptbestandteiles, z. B. des Kohlenoxyds oder des Stickstoffs, abgekühlt, so daß der Kohlensäuregehalt des gereinigten Gases mehrere Zehnerpotenzen tiefer liegt, als es für den

40 Synthesezweck an sich erforderlich ist und praktisch den Wert Null erreicht. Das ein-

gangs gekennzeichnete wirtschaftliche Optimum der Kühlttemperatur, welches man bisher entsprechend einem Kohlensäuregehalt von 1 bis 2% im gereinigten Gas bei einer Temperatur von etwa -115 bis 125° suchte, wird

65 also bewußt verlassen und ein höherer Energieverbrauch angewendet. Dafür erreicht man aber mit der erfindungsgemäßen Arbeitsweise, daß sämtliche für die Synthese störenden Verunreinigungen des Synthesegases, nämlich gegebenenfalls vorhandene höhere Kohlenwasserstoffe, Karbonyle, Stickoxyds, Schwefelverbindungen aller Art einschließlich des organischen Schwefels, in einem einzigen Arbeitsgang unmittelbar mit voller Sicherheit

70 aus dem Gasgemisch entfernt werden, so daß es frei von allen Verunreinigungen wird, welche die Wirksamkeit des Katalysators gefährden. Beispielsweise enthält das gereinigte Gas weniger als 0,2g Schwefel in 100 cbm. Für eine so weitgehende Reinigung des Synthesegases fällt der Mehrverbrauch an Energie gegenüber der bekannten Arbeitsweise durchaus nicht ins Gewicht, zumal es, wie im folgenden gezeigt wird, möglich ist, durch einige

75 weitere Erfindungsschritte den bisherigen Energieverbrauch für die Kohlensäureentfernung auf einen kleinen Bruchteil zu vermindern.

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens entfällt die Notwendigkeit, in

80 gesonderten Apparaturen und Verfahrensschritten die katalyseschädlichen Gasverunreinigungen, hauptsächlich den Schwefelwasserstoff und den organischen Schwefel, zu entfernen, wobei man bisher Trockenreinigersysteme für die Entfernung des Schwefelwasserstoffs und Kontaktprozesse für die Entfernung des organischen Schwefels anwenden mußte. Bei

85 dem erfindungsgemäßen Verfahren sind trotz weitergehender Reinigung des Gases die Betriebskosten der Kohlensäureentfernung und der Feinreinigung des Gases niedriger, als bisher die Kosten für die Entschwefelung des

90 Gases allein waren, und ebenso sind die Anlagekosten geringer als die Anlagekosten für ein Entschwefelungssystem gleicher Leistung. Man erhält nunmehr ein an Kohlensäure sehr armes Syntheserestgas, dessen Umarbeitung

95 in Synthesegas keine Schwierigkeiten durch zu hohen CO_2 -Gehalt mehr entgegenstehen.

Das Verfahren wird nachstehend für einige Ausführungsbeispiele erläutert:

In Abb. 1 sind 4 Kältespeicherpaare $A_1, A_2; B_1, B_2; C_1, C_2$ und D_1, D_2 schematisch dargestellt, welche zur Reinigung von 50 000 cbm/Std. eines mit Schwefelverbindungen und anderen flüchtigen Verunreinigungen (Karbonyle, Stickoxyden) sowie mit

100 großen Mengen von CO_2 beladenen Wasserstoff-Kohlenoxyd-Gemisches von 10 atü dienen.

Das Gas wird den Speichern durch die Leitung 3 zugeführt und strömt durch die Leitung 4 wieder ab. Die Schaltorgane a_1, b_1 und c_1 sind so eingestellt, daß je $\frac{1}{3}$ des Rohgases (16 600 cbm/Std.) in die Speicher A_1, B_1, C_1 einströmen. Das Gas wird in diesen Speichern bis nahe zum Taupunkt des Kohlenoxyds, der in diesem Falle bei -176° liegt, abgekühlt, wobei Kohlensäure und Schwefelverbindungen als Reif auf der Speicher-
 10 massen niedergeschlagen werden. Das Gas strömt dann durch die Speicher A_2, B_2, C_2 wieder hinaus, an die es die in den Speichern mit dem Index 1 aufgenommene Kälte wieder abgibt. Die Schaltorgane a_2, b_2, c_2 sind so eingestellt, daß das Gas durch die
 15 Leitung 4 abströmt.

Durch das vierte Speicherpaar D_1, D_2 strömen als Hilfsgas zur Wiederverdampfung der Ablagerungen 6800 bzw. 8100 cbm Luft oder Stickstoff von etwa 1,3 ata aus der Leitung 1 über Umschaltorgan d_2 in Speicher D_2 , in dem sie abgekühlt werden, worauf sie sich im Speicher D_1 wieder erwärmen und die in ihm in einer vorhergehenden Periode aus dem zu reinigenden Gas niedergeschlagenen festen Bestandteile wieder verdampfen. Die mit den Verunreinigungen beladene Luft strömt über das Umschaltorgan d_1 und Leitung 2 wieder
 30 hinaus.

Nach einer bestimmten Zeit, z. B. $\frac{1}{2}$ Minute, werden die Gasströme umgeschaltet, und zwar derart, daß durch den mittels Luft von Verunreinigungen befreiten Speicher in gleicher Richtung wie die Luft frisches Gas strömt, während einer der mit Verunreinigungen beladenen Speicher mittels Luft von den niedergeschlagenen festen Bestandteilen befreit wird.
 35

In Abb. 2 ist ein vollständiges Schema dieser erfindungsgemäßen Schaltung der Kältespeicher in der Gasreinigungsanlage angegeben. Die schraffierten Teile bedeuten, daß in der angegebenen Zeit zu verarbeitendes Gasgemisch durch die Speicher strömt. Die Richtung der Pfeile gibt die Richtung der Gasströme an, und zwar bedeutet die Pfeilrichtung nach rechts, daß das Gas bzw. die Luft vom Speicher 1 zum Speicher 2 strömt, während die nach links zeigenden Pfeile die Strömungsrichtung vom Speicher 2 zum Speicher 1 andeuten. Dieses Schaltverfahren gestattet eine erhebliche Verminderung der Speicher-
 45 masse gegenüber der vorbekannten Arbeitsweise. Während bisher doppelt so viel Speicher-
 50 masse vorgesehen werden mußte, als zur Abkühlung und Wiedererwärmung des zu reinigenden Gases erforderlich war, da gleichzeitig je ein Speicherpaar von Gasgemisch und von Hilfsgas durchströmt wurde, ist jetzt für das Hilfsgas nur so viel Speicher-
 60

massen erforderlich, als dem Mengenverhältnis von Hilfsgas zu zu reinigendem Gas entspricht.

Die zur Deckung der Verluste notwendige Kälte wird z. B. in günstiger und an sich bekannter Weise dadurch erzeugt, daß — wie in Abb. 3 schematisch dargestellt — ein Teil (1300 cbm/Std.) der Luft auf hohen Druck (etwa 200 atü) verdichtet und nach geeigneter Vorkühlung in einer Expansionsmaschine entspannt und so auf die tiefste im Verfahren auftretende Temperatur abgekühlt wird. Der Auspuff der Expansionsmaschine wird über die Leitung 5 (s. Abb. 1) und die Umschaltorgane 6, 7, 8, 9 der Luft beigemischt, welche zur Reinigung der Speicher dient. Bei der in Abb. 1 dargestellten Gasverteilung wird also die zur Deckung der Kälteverluste dienende Luft über Umschaltorgan 9 der durch die Speicher D_2 und D_1 strömenden Luft beigemischt.
 65
 70
 75
 80

Bei dieser Art der Kälteerzeugung wird der Speicher zusätzlich in derjenigen Periode gekühlt, in der die Sublimation der festen Bestandteile erfolgt, wodurch die Temperatur der Wiederverdampfung erniedrigt und damit dieser Vorgang u. U. erschwert wird. Man kann, gemäß einem weiteren Schritt der Erfindung, diese Schwierigkeit beseitigen, wenn man zur Kälteerzeugung an Stelle von Luft oder Stickstoff gereinigtes Gasgemisch auf Hochdruck verdichtet, in der Expansionsmaschine entspannt und in die gasführenden Speicher einführt. Es braucht dann nicht die ganze Menge des Auspuffs der Expansionsmaschine der kältesten Stelle des Speichers zugeführt zu werden, ein Teil hiervon kann in die mittleren Teile desjenigen Speichers eingeführt werden, in dem gerade feste Bestandteile niedergeschlagen werden, um so die Temperatur während des Niederschlagens möglichst tief zu halten, wodurch dann die Wiederverdampfung erleichtert wird.
 85
 90
 95
 100

Die Kälte kann in einer anderen Ausführungsform des Verfahrens außer durch Zusatz kalten Gases auch durch indirekte Kühlung des durch die Speicher strömenden Gases oder Hilfsgases auf den Speicher übertragen werden, z. B. durch Kälteaus-
 105 tausch in an sich bekannter Weise mit einem Bad von flüssigem Stickstoff oder flüssiger Luft.
 110

Die Kühlung des der Expansionsmaschine zugeführten Hochdruckgases kann in an sich bekannter Weise entweder mittels einer Kältemaschine oder eines Teiles des Auspuffs der Expansionsmaschine oder irgendeines anderen aus dem Verfahren stammenden kalten Gases erfolgen.
 115

Falls als Hilfsgas zur Wiederverdampfung der abgelagerten festen Bestandteile nicht Stickstoff, sondern Luft verwendet wird, ist
 120

es gemäß einem weiteren Erfindungsschritt zweckmäßig, vor der Einführung von Luft in ein Speicherpaar zur Ausschließung jeder Explosionsgefahr einen kurzen Spülstoß von wenigen Sekunden mit einem indifferenten Gas, z. B. Stickstoff oder Rauchgas, durchzuführen. Die in diesem Spülgas gegebenenfalls enthaltenen Verunreinigungen stören nicht, sie werden in gleicher Weise wie die Verunreinigungen des Wasserstoff-Kohlenoxyd-Gemisches oder der sich abkühlenden Luft in den Speichern niedergeschlagen und von der auströmenden Luft wieder verdampft und hinausgetragen.

Um die Verluste an Gas beim Umschalten der mit Gas unter 10 atü gefüllten Regencratoren zu verringern, wird das jeweils zur Reinigung bestimmte, gerade mit seiner höchsten Menge an festen Bestandteilen beladene Speicherpaar vor der Zuführung des Hilfsgases bzw. Spülgases in an sich bekannter Weise in Druckausgleich mit dem oben gereinigten Speicherpaar gebracht. Es braucht dann nur noch die halbe Gasmenge aus dem zu reinigenden Speicher ausgeblasen, im Gasometer gespeichert und auf den Rohgasdruck zurückverdichtet zu werden.

Die Umschaltverluste lassen sich ferner gemäß einem weiteren Schritt der Erfindung verringern, wenn man, wie in Abb. 3 für ein Speicherpaar dargestellt, den toten Raum dadurch verkleinert, daß die beiden Speicher 12 und 13 mit ihren kalten Enden einander zugekehrt in einem einzigen Mantel 10 untergebracht werden, an dessen oberem und unterem Ende die warmen Enden der beiden Speicher des Paares sowie die Schaltvorrichtungen 14 und 15 für die Zuführung und Ableitung von Gas und Luft liegen. In die Mitte dieses Doppelspeichers wird dann bei 11 zwischen den kalten Enden der beiden Speicher das in der Expansionsmaschine gespannte Hilfsgas eingeblasen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wurde voranstehend für das Beispiel der Reinigung von unter Druck stehenden Wasserstoff-Kohlenoxyd-Gemischen in Verbindung mit einer hierfür besonders geeigneten Schaltungsart der Speicher beschrieben. Es ist grundsätzlich jedoch auch zur Reinigung von Wasserstoff-Kohlenoxyd-Gemischen geeignet, welche unter Atmosphärendruck benötigt werden. Unter diesen Umständen läßt sich allerdings nicht die in den Abb. 1 und 2 dargestellte Arbeitsweise anwenden.

Das zur Verdampfung der festen Bestandteile dienende Hilfsgas muß bei der Sublimation ein größeres effektives Volumen haben als die Menge unkondensierbaren Gases, welches vorher seine kondensierbaren Verunreinigungen in den Speichern abgelagert hat.

Im allgemeinen wird man das für die Verdampfung wirksame Volumen des Hilfsgases etwa doppelt so groß wie das Volumen des unkondensierbaren Gasgemisches bei Kondensation wählen, um alle Kondensate trotz der zwischen Kondensation und Verdampfung auftretenden Temperaturdifferenzen zu verdampfen. Bei der Reinigung von Gasen bei 10 atü genügt hierfür z. B. eine Hilfsgasmenge von etwa 16% der Gasmenge. Ist der Druckunterschied zwischen Gas und Luft kleiner, so steigt die zur Verdampfung der Kondensate erforderliche Hilfsgasmenge und damit auch die Zeit, die zur Reinigung der Speicher notwendig ist. Man kann dann nicht mehr gemäß der Abb. 1 und 2 in einem Bruchteil der Zeit, in der die Speicher beladen werden, die Reinigung mittels Luft vornehmen, sondern muß eine größere Masse und Zahl von Speichern vorsehen, da z. B. bei gleicher Menge von zu reinigendem Gas und Hilfsgas zu gleicher Zeit die gleiche Anzahl Speicher von Luft wie von Gas durchströmt werden müssen. Im übrigen bleibt jedoch die Arbeitsweise grundsätzlich die gleiche. Es wird stets das zu reinigende Gasgemisch unter Kondensation der Verunreinigungen im festen Zustand bis zum Taupunkt eines Hauptbestandteiles des gereinigten Gases in einem Speicher abkühlt, durch den dann in einer darauffolgenden Periode in umgekehrter Richtung ein Hilfsgas strömt, das die Kondensate verdampft und ausbläst. Die zur Deckung der Verluste erforderliche Kälte wird in diesem Falle am einfachsten in an sich bekannter Weise dadurch erzeugt, daß das kalte, durch Abkühlung in einem Speicher gereinigte Gas in einer Turbine entspannt wird.

Von der in den Ausführungsbeispielen angegebenen Arbeitsweise kann in Einzelheiten abgewichen werden. Insbesondere kann an Stelle von Luft erfindungsgemäß jedes von Kondensaten freie Gas, z. B. ein Teil des gereinigten Gases selbst, zur Reinigung der Speicher dienen.

Sollte eine noch weitergehende Reinigung des Gasgemisches, insbesondere von Schwefelverbindungen, bis auf nicht mehr nachweisbare Spuren gewünscht werden, so kann man das in einem Speicher abgekühlte Gasgemisch in an sich bekannter Weise bei der tiefen Temperatur mit Hilfe eines Adsorptionsmittels weiter reinigen. Da der Gehalt des Gases an adsorbierbaren Bestandteilen nur wenige Volumteile je Millionen Volumteile Gas beträgt, kann das Adsorptionsmittel sehr lange in Betrieb gehalten werden, ohne daß es regeneriert zu werden braucht.

Das Verfahren wurde voranstehend für die Reinigung von Wasserstoff-Kohlenoxyd-Ge-

mischen beschrieben, weil es in diesem Falle besonders wertvolle Dienste leistet. Es ist grundsätzlich zur Reinigung aller Gasgemische, insbesondere wasserstoffreicher Gasgemische, geeignet, deren Taupunkt so tief liegt, daß alle Verunreinigungen in fester Form ausgefroren werden.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Abscheidung von gasförmigen Verunreinigungen, insbesondere von Kohlensäure und Schwefelverbindungen aus Gasgemischen durch Ausfrieren der Verunreinigungen zu festen Körpern bei der Abkühlung des Gasgemisches in periodisch gewechselten Kältespeichern und Wiederverdampfung der aus dem Gas ausgeschiedenen festen Bestandteilen mittels eines Hilfsgases, dadurch gekennzeichnet, daß wasserstoffreiche Gasgemische, insbesondere Rohgase für die Benzinsynthese, bis zum Taupunkt des im Gas verbleibenden, den höchsten Taupunkt besitzenden Hauptbestandteiles abgekühlt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise bei der Reinigung schwach verdichteter Gase die zur Deckung der Verluste notwendige Kälte durch Entspannen des im Speicher abgekühlten und hierdurch gereinigten Gases vom Reinigungsdruck in einer Turbine bei tiefen Temperaturen erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise bei der Reinigung verdichteter Gase die zur Deckung der Verluste notwendige Kälte in an sich bekannter Weise durch Entspannen einer geringen Menge auf hohen Druck (200 at) verdichteten Gases in einer Expansionsmaschine erzeugt wird, wobei der Auspuff der Expansionsmaschine zum mindesten zum Teil dem kalten Ende der Regeneratoren zugeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des gereinigten Gasgemisches in einer Expansionsmaschine entspannt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des zur

Sublimation der niedergeschlagenen festen Bestandteile dienenden Hilfsgases nach Vorkühlung in einer Expansionsmaschine entspannt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Reinigung eines Speichers mittels Hilfsgases Druckausgleich zwischen dem zu reinigenden Speicher und dem eben gereinigten Speicher erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Reinigung von Druckgasen mehrere Speicherpaare vorgesehen werden, von denen in einem bestimmten Zeitpunkt jeweils ein Paar durch ein praktisch druckloses Hilfsgas von den festen Bestandteilen befreit wird, während die anderen zur gleichen Zeit vom Rohgas derart durchströmt werden, daß am Ende der Periode ein Speicher vollständig, die restlichen zum Teil mit der aufgenommenen Menge fester Bestandteile beladen sind.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas nach Abkühlung in den Speichern mit Hilfe eines Adsorptionsmittels in an sich bekannter Weise weitergereinigt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß derjenige Speicher, welcher mit festen Bestandteilen beladen ist und der in der nachfolgenden Periode mit Luft gereinigt werden soll, vor Einführung der Luft mittels eines indifferenten Gases, z. B. mittels Stickstoffes oder Rauchgases, kurzzeitig ausgespült wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Wiederverdampfung der in den Speichern abgelagerten festen Bestandteile ein Teil des gereinigten Gasgemisches selbst verwendet wird.

11. Kältespeicher zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Speicher eines Paares mit ihren einander zugekehrten kalten Enden in einem gemeinsamen Mantel untergebracht sind, an dessen oberem und unterem Ende die warmen Enden sowie die Schaltvorrichtungen für die Zu- und Abführungen der Gase liegen und in dessen Mitte eine Zuführung für kaltes Hilfsgas vorgesehen ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

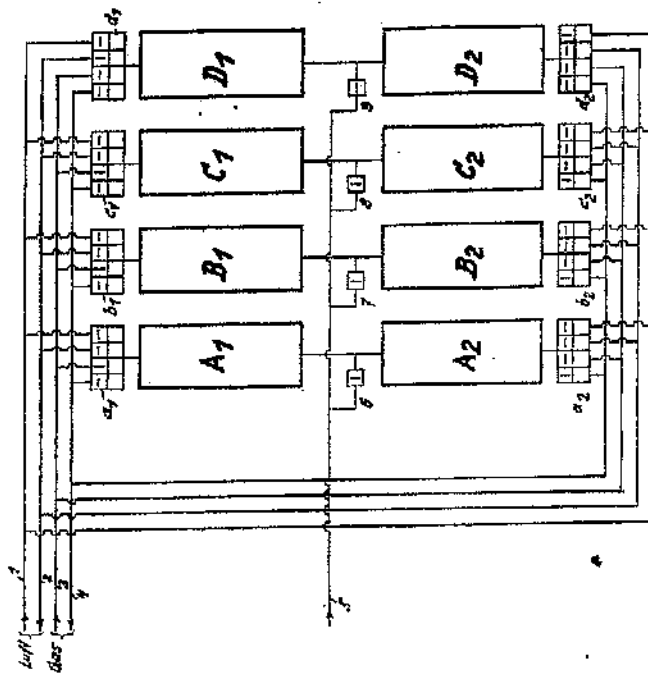


Abb. 1

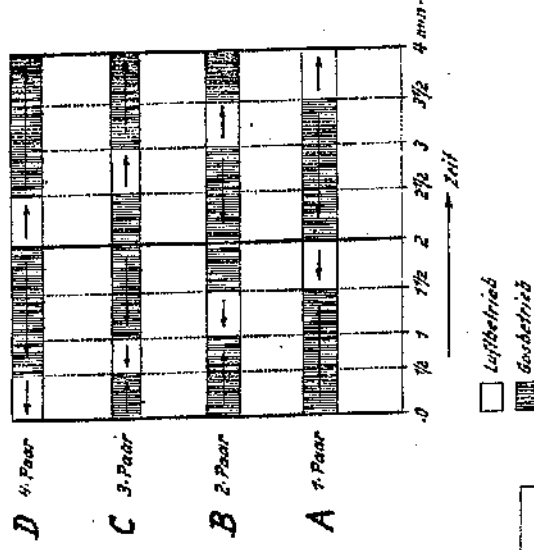


Abb. 2

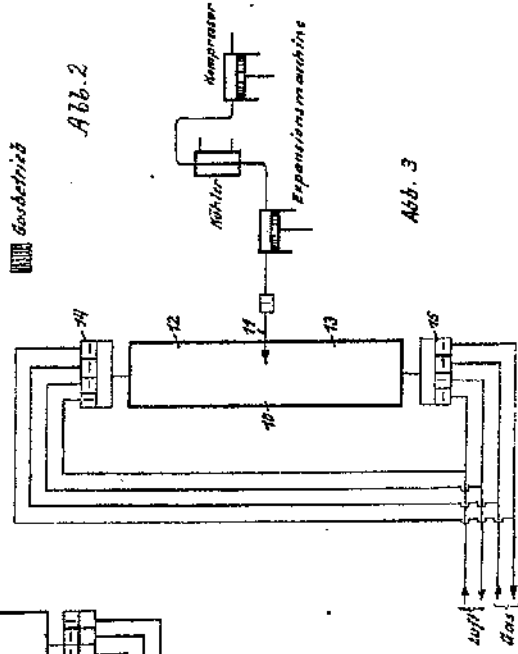


Abb. 3

Zu der Patentschrift 707 079
Kl. 12i Gr. 101

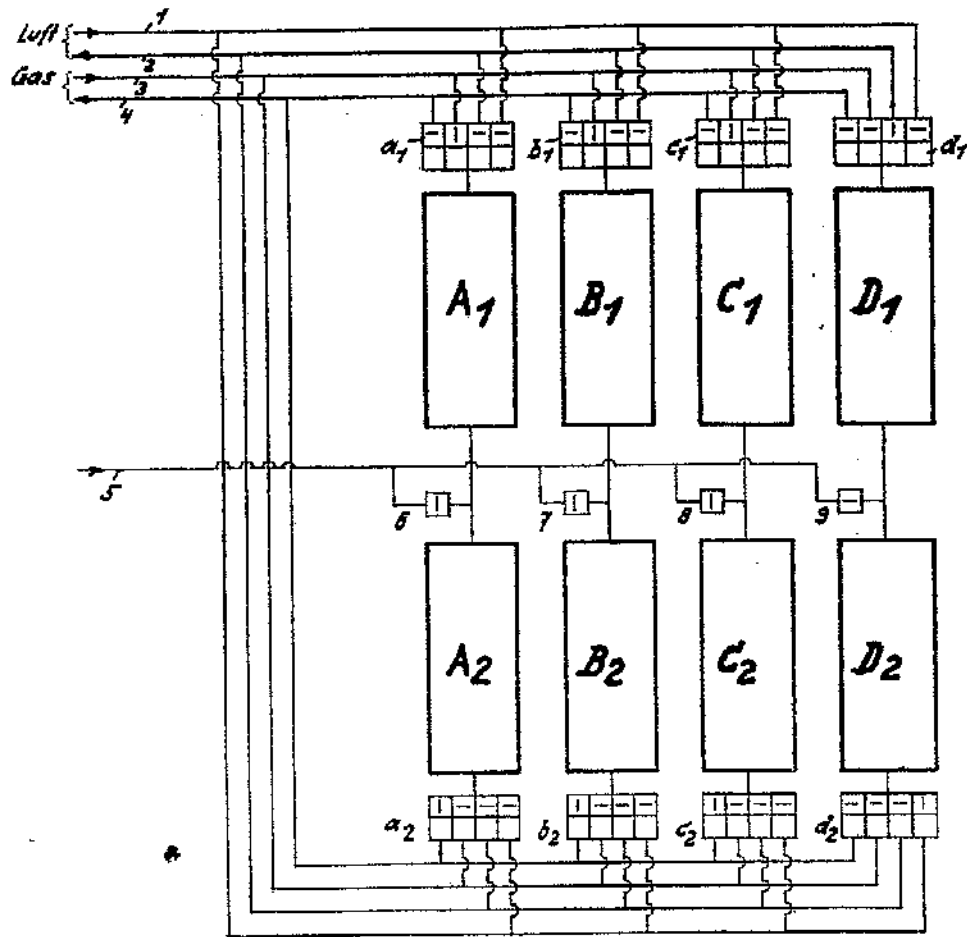
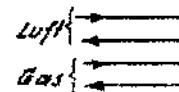
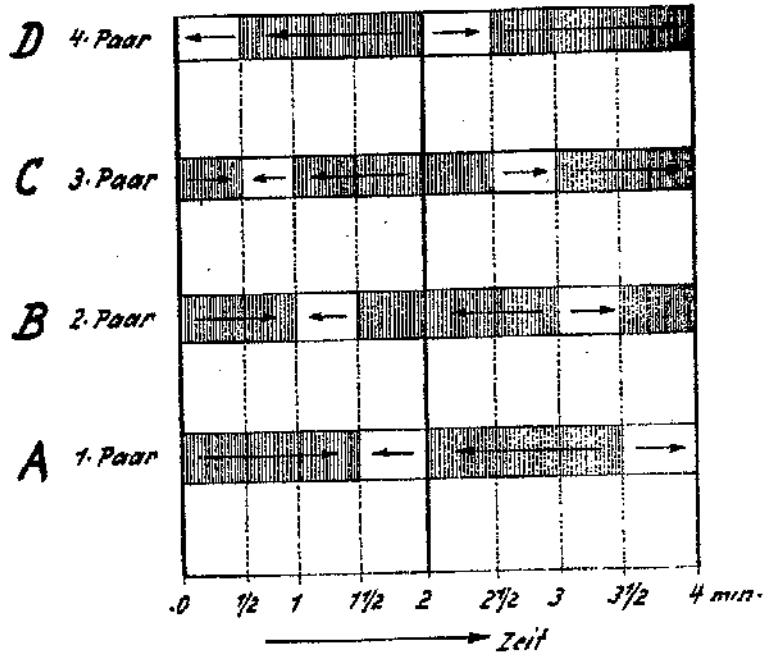


Abb. 1





□ Luftbetrieb
 ▨ Gasbetrieb

Abb. 2

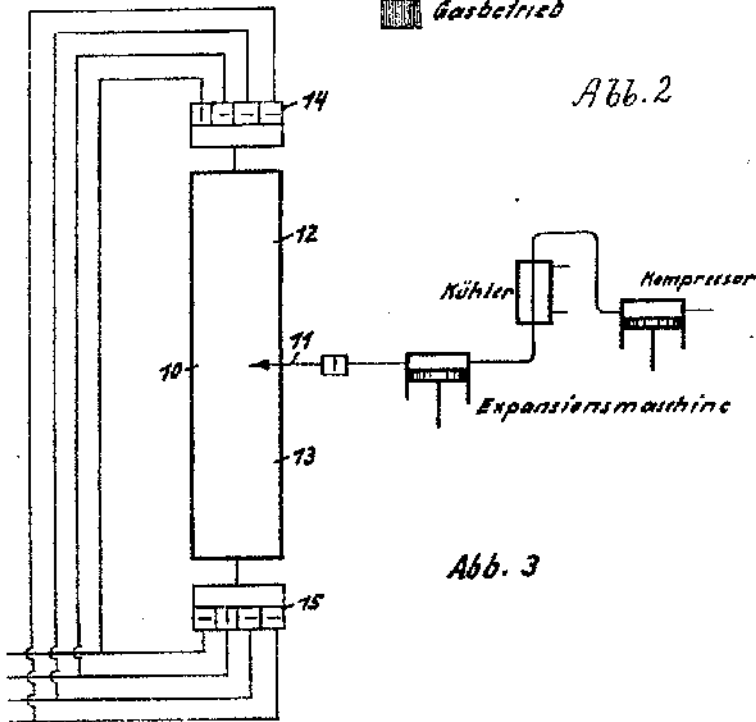


Abb. 3