



Der Entwicklungsstand der restlosen Vergasung

Von *Dr. A. Rettenmaier*

Vortrag, gehalten im Haus der Technik in Essen, am 20. November 1941

Wesen und Ziel der restlosen Vergasung

Die restlose Vergasung verfolgt das Ziel, die im festen Brennstoff gebundene Wärmeenergie restlos in die veredelte, wertvollere Gasform überzuführen. Der Gas-technik erwächst daraus die Aufgabe, technische Verfahren aufzufinden und zu entwickeln, die es gestatten, Brennstoffe jeder Art und Güte so zu vergasen, daß praktisch nur Gas und Asche als Verfahrenserzeugnisse erscheinen.

Die Vergasungsverfahren müssen die Möglichkeit bieten, Gase verschiedener Art und von bestimmter Zusammensetzung zu erzeugen, so wie sie die Verbrauchswirtschaft verlangt.

Da nun jede Stoff- und Energieumwandlung von Natur aus mit einem Stoffverbrauch und Kostenaufwand belastet ist, so erhebt sich von selbst die wirtschaftliche Forderung, die restlose Vergasung so durchzuführen, daß der Wert des erzeugten Gases den Brennstoffeinsatz und die aufgewandten Verfahrenskosten deckt.

Dieser Forderung ist allgemein um so eher nachzukommen, je geringwertiger einerseits der eingesetzte Rohstoff und je hochwertiger und absatzgünstiger andererseits das ausgebrachte Veredelungsprodukt ist. Oder anders ausgedrückt: die Preisspanne zwischen dem Wärmepreis des eingebrachten Brennstoffes und dem Wärmewert des erzeugten Gases ist entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der restlosen Vergasung.

Die niedrigsten Wärmepreise trifft man allgemein bei den feinkörnigen Brennstoffsorten und den aschereichen Mittelprodukten. Sie steigen von der Rohbraunkohle ausgehend etwa über das Braunkohlenbrikett, die Gasflamme- und Koks-kohle aufwärts zum Koks und Anthrazit. In Zahlen ausgedrückt bewegen sie sich etwa zwischen 1 und 3 RM. je 1 Mio kcal. Auf der anderen Seite begrenzen die Wärmepreise der durch restlose Vergasung gewinnbaren Gase — Schwachgas, Wassergas, Synthesegas und Ferngas — die wirtschaftliche Verwendbarkeit der festen Brennstoffe für die Vergasung. Die Gaswärmepreise liegen bei Großanlagen zwischen etwa 3 und 8 RM. je 1 Mio kcal, beginnend mit dem geringwertigen Schwachgas und steigend über das Koks-wassergas bzw. Synthesegas bis zum Ferngas. Eine Verschiebung dieser Grenzen tritt ein, wenn bei der restlosen Vergasung neben Gas auch flüssige hochwertige Beiprodukte, wie Teer und Benzine, anfallen, die den Gaspreis wesentlich beeinflussen können.

Die wirtschaftliche Bedeutung der restlosen Vergasung und die praktische Verfahrensentwicklung sind eng verbunden mit:

1. der Leucht- und Ferngasindustrie,
2. der chemischen Gassynthese und
3. dem Kohlenbergbau.

Die größten praktischen Fortschritte der letzten Jahre auf dem Gebiet der restlosen Vergasung kamen zweifellos von seiten der chemischen Gassynthese. Ihren Ausgangspunkt und ihre erste Entwicklung aber hat die restlose Vergasung von der Leuchtgas- und Ferngasindustrie her genommen.

Leuchtgasindustrie

Die Leuchtgasindustrie, d. h. die Gaswerke, erzeugte anfänglich ihr Stadtgas ausschließlich auf der Grundlage der Kohle-entgasung, wobei etwa 20 bis 30 % der Kohleenergie in Gasform und der weitaus größere Teil zu etwa 60% in Form von festem Koks anfielen. Durch die Schwierigkeiten der Kohlenbeschaffung in und nach dem Weltkrieg veranlaßt, ging die Leuchtgasindustrie ernsthaft daran, ihre Gasbasis durch Herstellung von Wassergas und Doppelgas auf dem Wege der restlosen Vergasung zu erweitern. Zur Großgaserzeugung oder Stadtgaserzeugung ausschließlich auf der Grundlage der restlosen Vergasung kam es zwar nicht. Dazu lag auch kein Anlaß vor, so lange die großen Überschußgasmen- gen der Kokereien als Gasreserven zur Verfügung standen.

Heute nun ist die Leuchtgasindustrie an einem entscheidenden Wendepunkt angekommen, an dem gerade die restlose Vergasung einen technisch einfachen und wirtschaftlich gangbaren Weg zeigt, um die der Leuchtgasindustrie gestellten Aufgaben zu meistern. Bekanntlich ist in den letzten Jahren infolge des überraschend schnellen Ausflühens unserer gesamten deutschen Wirtschaft der Gasverbrauch in Industrie, Haushalt und Gewerbe so sprunghaft in die Höhe gegangen, daß der Gasbedarf der Gaserzeugung vielfach weit vorausgeilist. Soll dazu nach dem Kriege z. B. die Raumheizung mit Gas in groß- zügiger Weise durchgeführt werden, dann treten zu diesem neuen Gasverbrauch noch große jahreszeitliche Bedarfsschwankungen, so daß es der Gasindustrie mit den jetzigen Mitteln der Kohle-entgasung und teilweisen Vergasung nicht möglich sein wird, derartige Anforderungen mit wirtschaftlich erträglichem Kostenaufwand zu befriedigen. Dazu stößt die Beschaffung der für die Entgasung geeigneten Fettkohlen zunehmend auf Schwierigkeiten, und es ist nicht wahrscheinlich, daß diese nach dem Kriege etwa geringer werden. Die Leuchtgasindustrie muß daher in ihrem eigenen Lebensinteresse darauf bedacht sein, ihre Brennstoffgrundlage auszuweiten und zu verbreitern. Sie muß zu Vergasungsverfahren greifen, die es ihr gestatten, Gas allein um des Gases willen zu erzeugen, unabhängig von anderen nicht gasförmigen Beiprodukten.

Ferngasindustrie

Auf der Ferngasseite ist die Erzeugungs- und Verbrauchsentwicklung in den letzten Jahren in derselben Richtung verlaufen. Die Ferngasversorgung hat ebenfalls über die Überschußgasmen- gen der Kokereien verfügt, ohne die steigende Gasnachfrage zur Zeit restlos befriedigen zu können. Es sind aber noch mehrere Mia m³ vollwertiges Unterfernungsgas auf den Kokereien kurzfristig für die Ferngasversorgung frei zu machen unter der Voraussetzung, daß den Kokereien die entsprechende Wärmeenergie in Form eines geeigneten Ersatzgases zur Verfügung gestellt werden kann.

Dafür erweist sich wieder die restlose Vergasung als der geeignete Weg, um z. B. aus den bei der Koks-kohlen- aufbereitung anfallenden, aschereichen Mittelprodukten das erforderliche heizkräftige Unterfernungsgas herzu-

stellen und so kurzfristig und mit bescheidenem Kapitalaufwand eine neue, ergiebige Ferngasquelle zu erschließen. Den Ferngaszuwachs etwa durch Neubau von Kokereien aufzufangen, wäre nicht der richtige Weg, denn die Kokerei muß in erster Linie auf den Koksbedarf der Eisenhüttenindustrie zugeschnitten sein. Auch nach dem Kriege ist nicht zu erwarten, daß die Kokereigaserzeugung mit dem künftigen Ferngasbedarf gleichlaufen wird.

Die restlose Vergasung der Kohle unmittelbar zu Ferngas muß daher auch hier den gesunden elastischen Ausgleich schaffen. Dabei ist allerdings darauf hinzuweisen, daß die technischen Verfahren zur Herstellung von Stadtgas und Ferngas unmittelbar durch restlose Vergasung noch in der Entwicklung begriffen sind und daß, von einem Verfahren abgesehen, von Seiten der Gasindustrie noch viel Mühe und Arbeit aufgewandt werden müssen, um eine umfassende, technisch und wirtschaftlich befriedigende Lösung zu finden.

Chemische Gassynthese

Die chemische Gassynthese zur Herstellung von Kraftstoffen, von Ammoniak und anderen synthetischen Erzeugnissen hat, wie bereits erwähnt, der Verfahrensentwicklung zur Erzeugung von Wassergas und Synthesegas auf dem Wege der restlosen Vergasung einen besonderen Auftrieb gegeben. Die Gasanforderungen der chemischen Gassynthese sind mengenmäßig so gewaltig, daß sie die gesamte deutsche Stadt- und Kokereigaserzeugung von über 15 Mia m³ im Jahre übersteigen. Beispielsweise hat eine *Fischer-Tropsch*-Anlage zur Erzeugung von jährlich 50 000 t Kraftstoff einen Synthesegasbedarf von täglich über 1 Mio m³. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Kosten des Synthesegases den Einstandspreis der Syntheserzeugnisse ausschlaggebend beeinflussen.

Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Verfahrensentwicklung gerade zur Erzeugung von Synthesegas auf dem Wege der restlosen Vergasung am weitesten vorangeschritten ist und daß mehrere technisch und wirtschaftlich erprobte Lösungen zur restlosen Vergasung von Kohle, insbesondere von Braunkohle, für die Gassynthese zur Verfügung stehen.

Der Bergbau

Der Bergbau endlich, und zwar sowohl der Steinkohlen- als der Braunkohlenbergbau, wird als Brennstofflieferant von der restlosen Vergasung in seinen Lebensgrundlagen berührt. Bekanntlich hat die Natur die verschiedenen Kohlenarten in unserem heimischen Boden in einem anderen Mengenverhältnis gebildet, als der Bergbau sie zutage fördert. Im Steinkohlenbergbau beispielsweise wurde in den letzten Jahren von fachmännischer Seite darauf aufmerksam gemacht, daß der Fettkohlenanteil an der Förderung sich auf etwa 70% beläuft, während der Anteil der Fettkohle an unseren sichtbaren Steinkohlenvorräten nur etwa 40% beträgt. Die Fettkohle ist aber ihrer chemischen und physikalischen Natur nach der nicht zu ersetzende Rohstoff für einen guten Hüttenkoks und muß daher in erster Linie der Eisenhüttenindustrie vorbehalten bleiben. Fraglos liegt es im Interesse unserer Volkswirtschaft und des Bergbaus, wenn die kostbare Kokskohledecke nicht einseitig und übermäßig beansprucht und zu Verbrauchszwecken herangezogen wird, die auch mit geringwertigeren, uns von der Natur

in der Überzahl zur Verfügung gestellten, aber vom Verbrauch vernachlässigten Kohlenarten befriedigt werden könnten. Zum Artenproblem kommt als weitere Erschwernis für den Bergbau die durch die Fördertechnik bedingte Sortenfrage.

Das gegebene Mittel für einen gesunden Verbrauchsausgleich und die notwendige Beseitigung des Arten- und Sortenproblems im Bergbau ist die restlose Vergasung von Kohle. Sie ist ihrer Natur nach geeignet, Kohle jeder Art und Sorte unabhängig von der äußeren Form und ihrer chemischen und physikalischen Struktur in Gasenergie umzuwandeln. Es ist lediglich eine technische Verfahrensfrage, die Voraussetzung dafür zu schaffen, daß auf dem Wege der restlosen Vergasung die gesamte Gaserzeugung von den hochwertigen Brennstoffen weg zu den niederwertigen hin verlagert und damit eine Brennstoffbasis geschaffen werden kann, die sowohl dem Bergbau als der Gasindustrie den notwendigen freien Spielraum gewährt.

Vergasungsverfahren

Wir kommen damit zu den technischen Verfahren der restlosen Vergasung; im folgenden soll ein gedrängter Überblick über die Verfahren gegeben werden, die großtechnisch erprobt sind und sich wirtschaftlich durchgesetzt haben. Andere Vergasungsverfahren von technischem Interesse werden im Zusammenhang kurz gestreift werden. Bezüglich der Verfahrenseinzelheiten sei auf das reichlich vorliegende Schrifttum verwiesen.

1. Schwachgaserzeugung

Eines der älteren und besterprobten Vergasungsverfahren ist die restlose Vergasung von Kohle und Koks zu Schwachgas im Schachtgenerator mittels Luft oder Luft und Wasserdampf. Die Technik des Verfahrens darf hier als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Generatoren für größere Erzeugungsleistungen haben in der Regel einen Schachtdurchmesser von 2 bis 3 m, sind meist mit Brennstoffverteiler und Wassermantel für Eigendampferzeugung ausgerüstet und besitzen einen Drehrost zum trockenen Austrag der Schlacke.

Als Vergasungsgut eignet sich grundsätzlich jeder nicht-backende, stückige Brennstoff. Die besten Vergasungsbrennstoffe für den Generator sind klassierter Koks, Anthrazit, Magerkohle und Braunkohlenbriketts. Greift man zur jüngeren Gasflammkohle und zu schwachbackender Kohle, dann wird der Betrieb empfindlich und die Vergasungsleistung geht stark zurück. Bei Vergasung von Kohle, besonders von teerreicher Braunkohle, fallen mit dem Gas Schwelprodukte an, die bei sorgfältiger Entteerung des Gases als wasserfreier, paraffinreicher Teer gewonnen werden können.

Die spezifische Vergasungsleistung der Schwachgasgeneratoren ist verhältnismäßig gering und beträgt bei Verwendung von bestgeeigneten Brennstoffen höchstens etwa 250-kg Brennstoffdurchsatz je m² Schachtquerschnitt und Stunde. Dies bedeutet bei einem 3-m-Generator einen Brennstoffdurchsatz von 40 bis 50 t täglich, entsprechend einer Gaserzeugung von etwa 150 000 bis 200 000 m³ Schwachgas je Tag.

Die Vorzüge dieses Vergasungsverfahrens sind kurz zusammengefaßt folgende:

1. Der Vergasungswirkungsgrad ist günstig und beträgt etwa 75 bis 78%, d. h. 75 bis 78% der eingebrachten

Brennstoffwärme erscheinen als gebundene Wärme im ausgebrachten Gas. Der thermische Wirkungsgrad erreicht etwa 85 bis 87%.

2. Der Generatorbetrieb selbst ist einfach und anspruchslos. Durch die rasche Betriebsbereitschaft und elastische Betriebsweise eignet sich die Generatorgaszerzeugung gut zum Ausgleich von Wärmeverbrauchsspitzen in Verbundbetrieben.
3. Die Wärmekosten im Schwachgas sind im allgemeinen besonders niedrig dank des geringen Anlagekapitals und des hohen Vergasungswirkungsgrades der Generatoranlagen.

Demgegenüber sind als Mängel des Verfahrens zu nennen:

1. der geringe Heizwert des Schwachgases von nur etwa 1000 bis 1600 kcal/Nm³ o.H., sein hoher Stickstoffballast von über 50% und die verhältnismäßig niedrige Verbrennungstemperatur;
2. die geringe spezifische Vergasungsleistung des Verfahrens und seine schmale Brennstoffgrundlage.

Die Anwendung des Verfahrens beschränkt sich daher in der Hauptsache auf die Heizgaszerzeugung für Feuerungszwecke in der Eisenhütten- und metallverarbeitenden Industrie, in der Glas- und keramischen Industrie und für die Unterfeuerung der Gaswerks- und Kokereieöfen.

Neuerdings gewinnt die Eigenerzeugung von Sauggas für Fahrzeugmotoren an Bedeutung. Ein Ferntransport der Gaswärme auf dem Wege über Generatorgas ist wirtschaftlich nicht tragbar. Das Verfahren wird daher offenbar auf den geeigneten Anwendungsbereich beschränkt bleiben und bietet keine Aussicht auf eine umfassende Lösung des Problems der restlosen Vergasung von Kohle.

2. Wassergaserzeugung

Ein anderes ebenfalls langerprobtes und bekanntes Vergasungsverfahren ist die Wassergaserzeugung aus Koks im Wechselbetrieb von Gasen und Heißblasen im Schachtgenerator. Das Wassergas hat einen oberen Heizwert von etwa 2800 kcal, ist also ein verhältnismäßig energiereiches Gas. Es wird von den Gaswerken seit langem in größeren Mengen hergestellt und dem Stadtgas zugemischt. Der wahre Wert des Wassergases liegt aber in seiner chemischen Zusammensetzung, und dadurch konnte es in den letzten Jahren als Ausgangsstoff für die chemische Gassynthese eine besondere Bedeutung gewinnen.

Entsprechend der wachsenden Verbreitung der Syntheseverfahren wurden in den letzten Jahren große Anstrengungen zur technischen Verbesserung des Wassergasverfahrens gemacht und auch erhebliche Fortschritte erzielt. Vor allem wurden Brennstoffaufgabe, Ascheaustrag und Betätigung der Umschaltorgane völlig mechanisiert und der Betrieb der Anlage durch eine Vollautomatik selbsttätig gesteuert. Diese macht den Betrieb unabhängig von der Bedienung, verbürgt die genaue Einhaltung eines dem jeweiligen Brennstoff angepassten Fahrplanes, erspart Zeit- und Brennstoffverluste und verhindert Bedienungsfehler. Stocharbeit wird meist überflüssig.

Die dadurch erzielten Verfahrensverbesserungen machen sich recht günstig bemerkbar und haben der Kokswassergaserzeugung von neuem einen festen wirtschaftlichen Stand gegeben.

Vor allem konnte der Vergasungswirkungsgrad, der infolge der mit dem Wechselbetrieb verbundenen Verluste wenig befriedigte und nur etwa 60% betrug, dadurch auf 68 bis 70% gehoben werden. Dies bedeutet eine entsprechende Verbilligung des Einsatzgases für die Synthese. Die Qualität des erblasenen Wassergases ist besser geworden, und es werden Stickstoffgehalte von nur etwa 1,5 bis 3% im Synthesegas erzielt. Die Leistung dieser vollautomatischen Wassergaserzeuger konnte etwa verdoppelt werden; sie beträgt bis zu 550 kg Koks durchsatz je m² Schachtquerschnitt und Stunde. Das bedeutet, daß z. B. ein Wassergaserzeuger von 3,5 m Schachtdurchmesser 8000 bis 9000 Nm³ Wassergas je Stunde in etwa 20 Gaszügen liefert.

Trotz der erzielten Fortschritte haften diesem unstetigen Vergasungsverfahren doch einige grundsätzliche Mängel an. Das Verfahren ist nur mit hochwertigen Brennstoffen, nämlich Steinkohlenkoks und Schwelkoks, wirtschaftlich durchführbar. Die Brennstoffbasis des Verfahrens ist daher beengt und stützt sich gerade auf solche Steinkohlenarten, die für Vergasungszwecke zu edel sind. Die Wärmekosten im Wassergas müssen entsprechend dem eingesetzten, teureren Brennstoff stets verhältnismäßig hoch liegen. Dazu bedingt der Wechselbetrieb eine komplizierte Betriebsweise und verursacht eine erhebliche mechanische und thermische Beanspruchung der Apparateile. Die Kokswassergaserzeugung bedeutet daher ebenfalls nur eine Teillösung der restlosen Vergasung.

3. Doppelgaserzeugung

In diesem Zusammenhang sind die Bemühungen der Leuchtgasindustrie zur Herstellung von Doppelgas durch Entgasung von Kohle und Vergasung des entstehenden Koks zu Wassergas zu erwähnen. Es wurde mit Erfolg versucht, auf den Wassergaserzeuger einen Schwelschacht aufzusetzen oder darin einzubauen, um mit den erblasenen Gasen die Kohle zu schwelen, dann den Schwelkoks zu Wassergas zu vergasen und so eine restlose Vergasung von Kohle durchzuführen.

Als Vergasungsbrennstoffe eignen sich nichtbackende oder schwachbackende Kohlen.

Das Verfahren ist zur technischen Reife entwickelt worden, ohne daß jedoch der Grundgedanke verwirklicht werden konnte, nämlich durch Schwelung und Vergasung in einem Zuge ein vollwertiges Stadtgas zu erzeugen. Das erzeugte Gas hat nur einen Heizwert von etwa 3200 bis 3600 kcal/Nm³, und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist umstritten. Die erbauten Anlagen haben eine verhältnismäßig geringe Leistung von wenigen 1000 m³ Doppelgas je Tag.

4. Bubiag-Didier-Verfahren

Der bereits als Verfahrensmangel erwähnte unstetige Betrieb des Kokswassergaserzeugers im Wechsel von Gasen und Heißblasen hat stets das Bestreben wachgehalten, das Verfahren stetig zu gestalten. Im Zuge der Entwicklung der großtechnischen Gassynthese ist es in den letzten Jahren gelungen, vor allem die hochreaktionsfähige Braunkohle restlos und stetig zu Wassergas und Synthesegas zu vergasen, während die reaktionsträgere Steinkohle teilweise noch Schwierigkeiten macht. Die Verfahren unterscheiden sich grundsätzlich in der Art

der Wärmezufuhr für die Wassergasreaktion und gliedern sich danach in:

1. Verfahren mit Außenbeheizung,
2. Wälzgas- oder Spülgasverfahren und
3. Verfahren mit Sauerstoffvergasung.

Der einzige Vertreter der Verfahren mit Außenheizung ist das *Bubiag-Didier*-Gleichstromverfahren. Abb. 1 zeigt das Verfahrensschema.

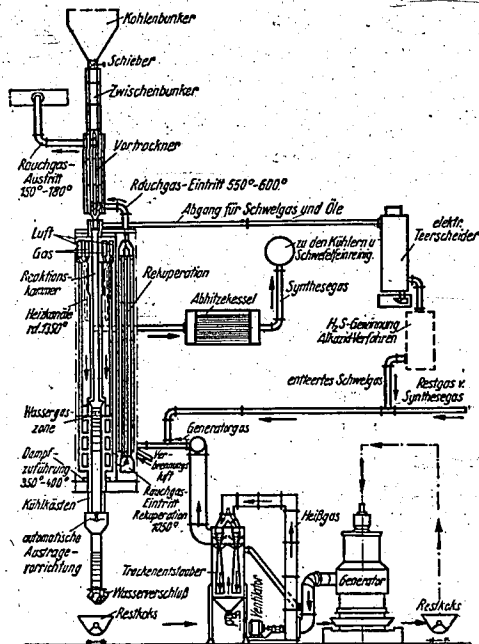


Abb. 1. Verfahrensanordnung der *Bubiag-Didier*-Gleichstromvergasung

Der Brennstoff wird aus einem Kohlenbunker in einen Zwischenbunker abgezogen und gleitet aus diesem durch einen als Trockner oder Schwelers dienenden und durch Abgase mittelbar beheizten Aufsatz in die Hochtemperaturkammern. Deren Seitenwände werden durch Züge von außen mit Generatorgas auf etwa 1350° beheizt. Die Abgase der Heizzüge treten in den Gleichzugwärmetauscher (Rekuperator), den sie, nachdem Gas und Luft in getrennten Abteilungen vorgewärmt wurden, oben verlassen. Die Abgase werden mit einer Temperatur von etwa 500° durch den Trocken- oder Schwelaufsatz abgeleitet. Die Beschickung in der Kammer sinkt gleichmäßig nach unten in gleichem Maße, wie der Koks unten durch eine mechanische Einrichtung ausgetragen wird. Er fällt in einen Sammelbehälter, aus dem er zeitweise durch einen Wasserverschluß abgezogen wird.

In Fällen, in denen man den Kammeraufsatz als Schwelers benutzt, zieht man das Gas durch die seitliche Leitung ab; nach der Kühlung, Entteerung und Leichtölwaschung wird es dem Heißgas des Ofens zugesetzt. Wird der Aufsatz nur als Trockner benutzt, so fällt diese zusätzliche Einrichtung fort. Etwa in halber Höhe der Kammer ist der Gasabgang angeschlossen. Das die Kam-

mer mit einer Temperatur von etwa 750° verlassende Gas wird durch einen Abhitzeessel geleitet, ehe es in die Kühler- und Reinigeranlage eintritt. Die Kammerbeschickung durchwandert mehrere Zonen, die Schwel-, Entgasungs- und die Reaktionszone, wobei in letzterer die Kohlenwasserstoffe des Gases auf ihrem Weg nach unten zum Gasabgang thermisch zersetzt werden. Unter dem Gasabgang folgt die Wassergaszone, in die überhitzter Wasserdampf eingeführt wird. Die untere Zone bis zum Koksaustrag ist nicht beheizt und dient zur Kühlung des Kokes. Die Wassergaserzeugung wird so eingestellt, daß der unten ausgetragene Koks noch genügend Kohlenstoff enthält, um den Wärmebedarf der Kammern in Form von Generatorgas zu decken. Zu diesem Zweck wird der Koks in einen Schwachgaserzeuger gebracht und vergast.

Die Wärmebilanz des Verfahrens ist günstig. Etwa 70% der eingebrachten Brennstoffwärme erscheinen im Synthesegas. Der thermische Wirkungsgrad beträgt rd. 76%.

Der bevorzugte Vergasungsbrennstoff für das Verfahren sind Braunkohlenbriketts. Es lassen sich damit aber auch nichtbackende Steinkohlen als Fein-, Grieß- oder Nußkohle zu normgerechtem Synthesegas vergasen. Bei Einsatz von Steinkohle geht allerdings die Vergasungsleistung entsprechend der geringeren Reaktionsfähigkeit zurück. Die einzelnen Kammern haben eine Stundenleistung von etwa 500 m³ Gas. Je 8 Kammern werden



Abb. 2. *Bubiag-Didier*-Anlage zur Erzeugung von täglich 1 Mio. m³ Synthesegas

gemeinschaftlich beheizt und bilden zu 48 Kammern eine Ofengruppe von ungefähr 500000 m³ Tagesleistung. Großanlagen bis zu über 1 Mio m³ Tagesleistung sind von den *Didier*-Werken im In- und Ausland erbaut worden. Abb. 2 zeigt die Ansicht einer *Bubiag-Didier*-Synthesegasanlage von 1 Mio m³ Tagesleistung.

5. Koppers-Verfahren

Die Wälzgas- und Spülgasverfahren zur stetigen Herstellung von Wassergas bzw. Synthesegas bewerkstelligen die Wärmezufuhr für die Wassergasreaktion in der Weise, daß ein Teilstrom des erzeugten Gases ständig umgewälzt und vor Eintritt in den Vergaser jedesmal hoch erhitzt wird. Charakteristisch für diese Verfahren ist die günstige Wärmeübertragung zwischen Gas und Brennstoff und daraus folgend ihre hohe Vergasungsleistung. Der bevorzugte Brennstoff ist wieder die reaktionsfähige Braunkohle, die sich schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur vergasen läßt.

Abb. 3 zeigt schematisch das Spülgasverfahren nach Koppers. In einem Vergasungsschacht a wird mit Wasserdampf beladenes Kreislaufgas eingeführt, das vorher in wechselweise beheizten Regeneratoren b von der Art der Hochofenwinderhitzer hoch erhitzt wird.

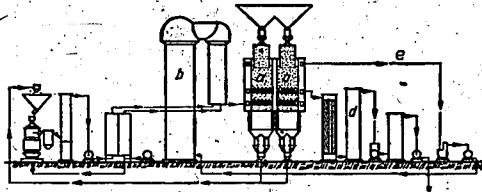


Abb. 3. Verfahrensordnung der Synthesegaserzeugung nach Koppers

Der Vergaserschacht wird stetig mit Braunkohlenbriketts beschickt, die im Oberteil des Schachtes durch Spülgas abgeschwelt werden. Der entstehende Braunkohlenschwefels wird im unteren Teil des Schachtes durch das wasserdampfhaltige Kreislaufgas teilweise vergast. Der nichtvergaste Restkoks wird durch eine Schleuse am Schachtende abgezogen und im Schwachgasgenerator c zu Generatorgas vergast, um damit die bereits genannten Regeneratoren b zu beheizen, sofern nicht Fremdgas für die Beheizung zur Verfügung steht.

Etwa auf halber Höhe des Schachtes wird aus dem Kreislaufgas eine dem neu entstehenden Wassergas bzw. Synthesegas entsprechende Menge Nutzgas abgezweigt, zur Dampferzeugung in einen Abhitzeessel geführt, in den Kühlern d weitergekühlt und bei f als fertiges Nutzgas abgezogen. Der andere Teil des Kreislaufgases führt aus dem Schachtoberteil bei e Schwelgas und Schweltee mit, wird anschließend entteert und dann wieder in den aufgeheizten Regenerator zurückgeführt. Im Regenerator werden die im Schwelgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe thermisch gespalten und mit Wasserdampf zu CO und H₂ umgesetzt.

Das Verfahren wurde speziell für die großtechnische Erzeugung von Synthesegas aus Braunkohlenbriketts für die Fischer-Tropsch-Synthese entwickelt. Die Leistung einer Einheit beträgt etwa 25000 m³ Synthesegas je Stunde. Eine Großanlage ist seit längerem mit gutem Erfolg in Betrieb.

Abb. 4 zeigt die Ansicht einer Großanlage. Im Vordergrund des Bildes stehen die Winderhitzer, dahinter die Ofenkammern.

6. Pintsch-Hillebrand-Verfahren

Ein anderes gleichartiges Umwälzverfahren ist das Pintsch-Hillebrand-Verfahren, das Abb. 5 in seiner schematischen Anordnung mit Fremdgasbeheizung zeigt.

Braunkohlenbriketts werden in einem Schachtvergaser im oberen Schwelschacht bei etwa 600° mittels Umwälzgasen geschwelt und der entstehende Schwelkoks im unteren Vergasungsschacht restlos vergast. Das schwelgas- und teerhaltige Umwälzgas wird elektrisch entteert und über ein Wälzgasgebläse zusammen mit dem notwendigen Vergasungsdampf einem auf etwa 1300° aufgeheizten Regenerator zugeführt. Im Regenerator werden die Kohlenwasserstoffe des Schwelgases thermisch gespal-

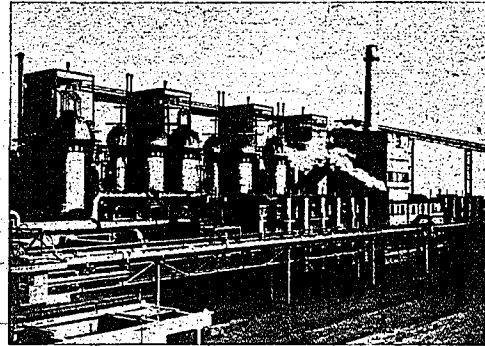


Abb. 4. Koppers-Anlage zur Erzeugung von täglich 4 Mio. m³ Synthesegas

ten und mit Wasserdampf umgesetzt. Der Wälzgasstrom tritt aus dem Regenerator auf etwa 1280° überhitzt wieder in den Vergaserschacht ein. Oben aus dem Vergaserschacht wird ein Wälzgasstrom als Klargas abgezweigt, mit seiner Eigentemperatur von etwa 700 bis 800° einem Abhitzeessel zur Dampferzeugung zugeführt, anschließend entstaubt und in einem Berieselungswascher auf etwa 60 bis 70° gekühlt. Ein Teil dieses gesättigten Gases wird in einem Skrubber weitergekühlt und als Nutzgas abgezogen, während der andere Teil

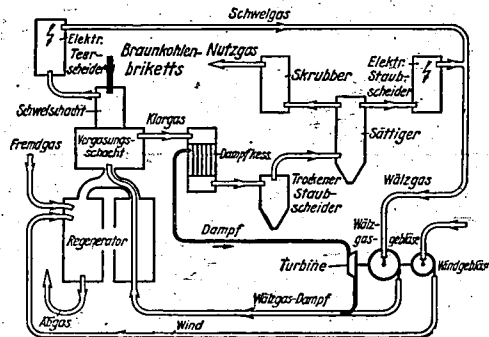


Abb. 5. Verfahrensordnung der Synthesegaserzeugung nach Pintsch-Hillebrand

dem Umwälzgas wieder zugesetzt wird. Der abgekühlte Regenerator wird in der Zwischenzeit mit Eigengas oder in diesem Falle mit Fremdgas und Luft wieder hochgeheizt.

Abb. 6 zeigt einen Schnitt durch den Pintsch-Hillebrand-Gaserzeuger und läßt die geschickte technische Anord-

nung von Schwelschacht, Vergaserschacht und Regenerator in einer übereinander angeordneten baulichen Einheit erkennen. Der eigentliche Vergasungsschacht ist als Ringschacht mit Deckrost ausgebildet und bildet so einen verhältnismäßig schmalen Ring von großem Durchmesser. Er verbirgt eine gleichmäßige Beauf-

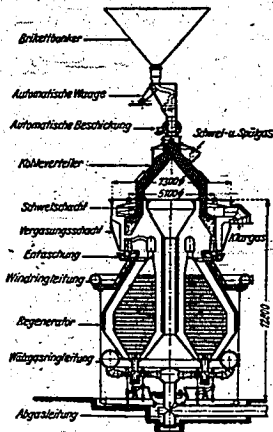


Abb. 6. Schnitt durch den Pintsch-Hillebrand-Gaserzeuger

schlagung des Vergasungsgutes, hohen Durchsatz und mäßige Wälzgasgeschwindigkeiten. Eine Großanlage zur Herstellung von Synthesegas ist im Betrieb.

7. Schmalfeldt-Wintershall-Verfahren

Einen neuartigen Weg zur Staubvergasung von grubenfeuchter Braunkohle mittels Wälzgasen geht das Schmalfeldt-Wintershall-Verfahren, das Abb. 7 in seiner schematischen Anordnung zeigt:

In zwei Regeneratoren I und II wird abwechselnd Wälzgas auf etwa 1300 bis 1400° erhitzt und damit im an-

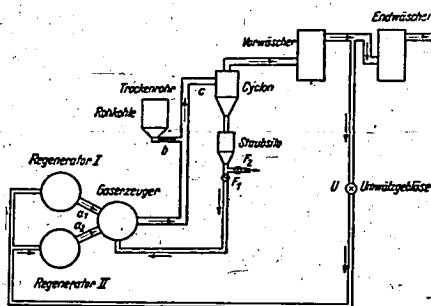


Abb. 7. Verfahrensordnung der Synthesegaserzeugung nach Schmalfeldt-Wintershall

schließenden Gaserzeuger trockener Braunkohle- bzw. Grudestaub vollständig vergast. Die fühlbare Wärme der mit etwa 850° austretenden Gase dient nun dazu, vorgebrochene Rohbraunkohle in einem Trockenkanal ähnlich einer Rema-Rosin-Trocknung zu trocknen und zu zerkleinern. Der Trockenstaub wird in einem Zyklon abgeschieden und gelangt über einen Staubtrock-

Vergaser, bzw. wird ein Teil des Staubes zur Erzeugung von Generatorgas für die Beheizung der Regeneratoren abgezweigt.

Der auf etwa 150° abgekühlte Wälzgasstrom gelangt in eine Schlammwäsche, in welcher der Gasstrom aufgesättigt und der mechanisch nicht mehr absehbare Staub samt der feinkörnigen Asche aus dem Umwälzgas entfernt wird. Mit Wasserdampf gesättigt wird das Umwälzgas über ein Gebläse wieder zum Regenerator und zum Gaserzeuger zurückgeführt. Das beim Durchgang durch den Vergaser neu entstandene Gas wird als Nutzgas aus dem Wälzgas abgezweigt und über einen Endwäscher dem Verbrauch zugeleitet.

Beachtenswert an dem Verfahren ist, daß es direkt von Rohbraunkohle als dem normalerweise billigsten Vergasungsgut ausgeht. Damit ist die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zweifellos recht günstig. Durch Staubvergasung eines an sich schon hoch reaktionsfähigen Brennstoffes werden entsprechend hohe Vergasungsleistungen erzielt. Die Vergasereinheit hat eine Stundenleistung von 20000 m³. Das Verfahren ist erprobt, und Großanlagen zur Synthesegas- und Generatorgaserzeugung sind im Betrieb.

Sauerstoff-Vergasung

Eine letzte Gruppe von Verfahren führt die restlose Vergasung stetig mit einem Gemisch von Sauerstoff und Wasserdampf durch, erzeugt also die für die Wassergasreaktion erforderliche Wärme durch gleichzeitige Verbrennung von Kohlenstoff mittels Sauerstoff. Der Sauerstoff beeinflusst zwar den Gaspreis in starkem Maße, aber seitdem es durch das Linde-Fränk-Verfahren möglich geworden ist, Sauerstoff in Großanlagen ab etwa 4000 m³ Stundenleistung zu etwa 1,5 Pfg/m³ herzustellen, ist die Anwendung von Sauerstoff zur Vergasung wirtschaftlich tragbar geworden.

8. Winkler-Verfahren

Der bekannte und bewährte Winkler-Generator vergast nach diesem Prinzip feinkörnige, aschereiche Braunkohle, aber auch Steinkohle und Schwelkoks, vornehmlich in der Körnung von 0 bis 6 mm. Das besondere Merkmal der Vergasung nach Winkler besteht darin, daß in die Brennstoffschicht eines Schachtgenerators Sauer-

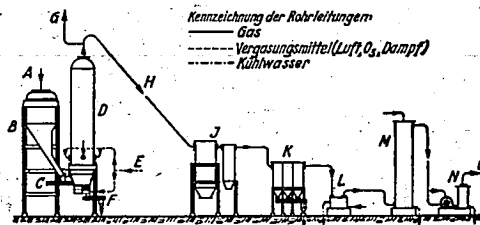


Abb. 8. Schematische Anordnung des Vergasungsverfahrens nach Winkler

stoff und Dampf bzw. auch Luft so eingeblasen werden, daß der feinkörnige, glühende Brennstoff dadurch in seiner ganzen Schichthöhe in lebhaft wallender Bewegung gehalten wird. Zwischen den gasförmigen und festen Reaktionsteilnehmern tritt eine innige Berührung und ein rascher Temperaturausgleich ein, so daß dadurch besonders große Vergasungsleistungen erzielt

werden. Um den festen Brennstoff in wirbelnder Bewegung zu halten, müssen strömende Gasmenge und Brennstoffkörnigkeit in bestimmter Wechselbeziehung zueinander stehen.

Den Verfahrensgang zeigt Abb. 8. Aus einem Bunker B wird der Brennstoff mittels einer Eindrehschnecke C in den Vergaser D eingebracht. Der Vergaser ist ein zylindrischer Schacht mit einem Planrost am unteren Ende. Unter dem Planrost werden über E die Vergasungsmittel Sauerstoff und Wasserdampf zugeführt. Ein wassergekühlter Rührarm und eine Transportschnecke F besorgen den trockenen Ascheauszug. Um den im Schacht hochgewirbelten Staub nachzuvergasen, wird oberhalb der Brennstoffschicht durch einen Düsenkranz nochmals Sauerstoff zugeführt. Das Gas verläßt den Gaserzeuger mit einer hohen Eigentemperatur von etwa 850 bis 1100°, geht zur Dampferzeugung durch einen Abhitze-kessel und anschließend durch die Grob- und Feinentstaubung zur Schlußkühlung.

Das Verfahren gestattet die stetige Erzeugung von Schwachgas für Heiz- und Kraftzwecke, von Wassergas für die Kraftstoffsynthese und von Mischgas für die Ammoniaksynthese. Die Vergasungsleistungen sind ungewöhnlich hoch. Je m² Schachtquerschnitt und Stunde werden Leistungen von 1000 bis 4000 m³ Gas erreicht. Die Vergasereinheiten von 5 m Schachtdurchmesser, entsprechend einem Schachtquerschnitt von 20 m², liefern bis zu 1,7 Mio m³ Gas in 24 h.

Als Nachteile des Verfahrens sind der hohe Sauerstoffverbrauch und der verhältnismäßig geringe Vergasungswirkungsgrad des Verfahrens anzusehen. Der reine Vergasungswirkungsgrad liegt nur bei etwa 60% und ist bedingt durch die hohe Abgangstemperatur des Gases aus dem Vergaser. Das Verfahren steht in größtem Ausmaße zur Vergasung von mitteldeutscher Braunkohle in Anwendung.

9. Lurgi-Druckvergasung

Während sämtliche bisher besprochenen Vergasungsverfahren unter Atmosphärendruck arbeiten und nur in der Lage sind, Schwachgas bzw. Wassergas und Syn-

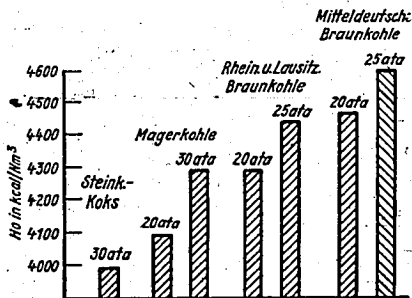


Abb. 9. Abhängigkeit des Gasheizwertes vom Brennstoff und Vergasungsdruck bei der Lurgi-Druckvergasung

thesegas in einem Zuge herzustellen, ist es der Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik gelungen, durch Druckvergasung einen entscheidenden Schritt weiter zu gehen und vollwertiges normgerechtes Stadtgas und Ferngas auf dem Wege der restlosen Vergasung stetig und in einem Verfahrenszug herzustellen. Bei Vergasung von Braunkohle und Steinkohle mittels Sauerstoff und

Dampf unter einem Druck von etwa 20 bis 30 atü wird das Vergasungsgleichgewicht soweit zu Gunsten der Methanbildung verschoben, daß nach Auswaschung der Kohlensäure aus dem Rohgas ein normgerechtes Stadt- und Ferngas von 4300 bis 4600 kcal/Nm³ o. H. gewonnen wird.

Der aufzuwendende Vergasungsdruck und der erreichbare Heizwert des Gases sind von der Reaktionsfähigkeit des Brennstoffes abhängig. Wie aus Abb. 9 hervorgeht, liefert die bestreaktionsfähige mitteldeutsche Braunkohle bei 25 atü Vergasungsdruck ein Gas von etwa 4600 kcal/Nm³. Die rheinische Braunkohle gibt bei 20 atü ein Stadtgas von 4300 kcal, während bei der

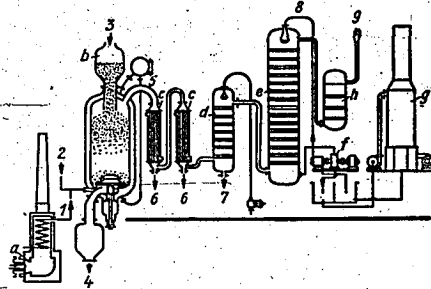


Abb. 10. Verfahrensordnung der Lurgi-Druckvergasung a Dampfüberhitzer, b Druckgaserzeuger, c Kühler, d Ölwäscher, e Druckwasserwäsche, f Pumpe-Turbine, g Belüftungsturm, h Restentschweflung; 1 Dampf, 2 Sauerstoff, 3 Brennstoff, 4 Asche, 5 Rohgas, 6 Teer und Öl, 7 Benzin, 8 Kreislaufwasser, 9 Reingas

reaktionsträgeren Steinkohle für den gleichen Heizwert 10 atü mehr aufzuwenden sind. Steinkohlenskok liefert bei 30 atü noch ein Gas von 4000 kcal/Nm³.

Das Arbeitsschema der Lurgi-Druckvergasung zeigt Abb. 10. Feinkörniger Brennstoff wird durch eine Druckschleuse in einen doppelwandigen druckfesten Drehtroggaserzeuger eingeschleust und darin mittels eines Sauerstoff-Dampfgemisches restlos vergast. Der auf etwa 500° vorerhitzte Dampf wird unter Druck zusammen mit Sauerstoff unter dem Drehtrog in den Gaserzeuger eingeblasen. Die Asche wird trocken und gekörnt durch eine Druckschleuse ausgebracht.

Das kohlenäurereiche Rohgas verläßt bei Vergasung von Braunkohle den Gaserzeuger mit Schwelgas und Schwelteer beladen und wird anschließend unter seinem Eigendruck mit Wasser indirekt gekühlt, wobei wasserfreier hochwertiger Schwelteer gewonnen wird. Mittels einer Ölwäsche werden ebenfalls unter Druck die Braunkohlenbenzine ausgewaschen, und zum Schluß gibt das Gas in einer Druckwasserwäsche praktisch seine gesamte Kohlensäure und den größten Teil des Schwefelwasserstoffes an das im Kreislauf geführte Waschwasser ab. Die letzten Schwefelwasserstoffreste werden in einer kleinen Trockenreinigung entfernt, und dann steht das Gas als Stadt- oder Ferngas mit einem Eigendruck von etwa 18 atü. abgabefertig zur Verfügung.

Die Wärmebilanz des Verfahrens ist durchaus günstig. Bei Vergasung von mitteldeutscher Braunkohle erscheinen 62% der im Brennstoff und Dampf eingebrachten Wärme als gebundene Wärme im Gas. Weitere 14% werden in Form von Teer und Benzin gewonnen, so daß

der gesamte Nutzwert sich auf 76% beläuft. Auf die eingebrachte Kohle allein bezogen beträgt der Nutzwert 85%.

Als Vergasungsbrennstoff kommt vorzugsweise feinkörnige getrocknete Braunkohle von 2 bis 10 mm und in zweiter Linie nichtbackende Steinkohle zur Verwendung. Staub unter 2 mm ist nicht verwendbar, und Kör-

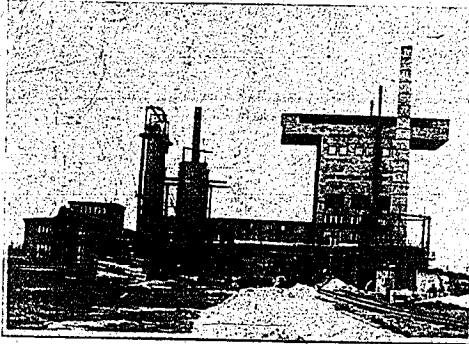


Abb. 11. Lurgi-Anlage zur Erzeugung von jährlich 150 Mio m³ Stadtgas

nungen über 25 mm läßt die derzeitige Einschleusevorrichtung nicht zu. Der Ascheschmelzpunkt der Kohle darf wegen der Verschlackungsgefahr nicht zu niedrig liegen. Die Vergasungsleistung ist hoch und beträgt bei Braunkohlenvergasung bis zu 1100 kg Brennstoff/m² · h, ohne daß die Strömungsgeschwindigkeit des Gases dank der Volumenverminderung durch den Druck zu hoch würde.

Ein Vergaser mit einem Schachtdurchmesser von rund 2,5 m vergast täglich etwa 130 t Braunkohle. Die stündliche Gaserzeugung beträgt 3000 bis 3800 Nm³ Reingas, entsprechend einer jährlichen Gaserzeugung von 20 bis 25 Mio m³. Das ist die Leistung eines mittelgroßen städtischen Gaswerkes. Abb. 11 zeigt eine im Betrieb befindliche Lurgi-Anlage zur Erzeugung von jährlich 150 Mio m³ Stadtgas und ist deshalb besonders beachtenswert, weil sie den ersten Typ eines reinen Gaswerks ohne Kokserzeugung darstellt. Die Geschlossenheit und der geringe Platzbedarf der Anlage sprechen allein für sich.

Betreibt man die Lurgi-Druckvergasung mit einem niedrigeren Vergaserdruck von etwa 6 bis 8 atü, dann ist die Methanbildung nur unwesentlich und man erhält ein Rohgas, aus dem durch Kohlensäurewäsche und thermische Nachbehandlung leicht ein hochwertiges Synthesegas z. B. für die Mitteldrucksynthese nach Fischer-Tropsch gewonnen werden kann. Die Entwicklungsmöglichkeiten der Druckvergasung sind damit zweifellos noch nicht erschöpft und weitere Erfolge, insbesondere für die Stadtgas- und Ferngasindustrie, sind auf diesem Wege zu erwarten.

Steinkohlenvergasung

Während die beschriebenen neueren Vergasungsverfahren in erster Linie auf die Vergasung von Braunkohle zugeschnitten sind und darin einen gewissen Abschluß erreicht haben, sind zur Zeit Verfahren in der großtechnischen Erprobung, die ausgesprochen die Vergasung von Steinkohle zum Ziele haben.

10. Thyssen-Galocsy-Verfahren

Zu erwähnen ist das Thyssen-Galocsy-Verfahren der Thyssensche Gas- und Wasserwerke G. m. b. H.

Es handelt sich bei diesem Verfahren um eine hochofenähnliche Schachtvergasung mit flüssigem Schlackenabstich für nichtbackende oder schwachbackende stückige Steinkohle. Insbesondere kommen dafür minderwertige aschereiche Kohlen in Frage. Das kennzeichnende Merkmal dieses Verfahrens besteht darin, daß das Sauerstoffwasserdampfgemisch vor Eintritt in die Brennstoffschicht mit einem Hilfgas teilweise vorverbrannt und dadurch so hoch überhitzt wird, daß es schon vollkommen reaktionsreif mit dem festen Brennstoff zusammentrifft. Dies hat zur Folge, daß auch die an sich trägere Wassergasreaktion in der Brennstoffschicht sofort einsetzt und gleichzeitig mit der Sauerstoffverbrennung abläuft. Dadurch treten günstige, leicht regelbare Temperaturverhältnisse in der Vergasungszone auf, und man erzielt neben einer praktisch vollständigen Dampfzersetzung so hohe Vergasungsleistungen, wie sie sonst nur im Hochofen erreicht werden.

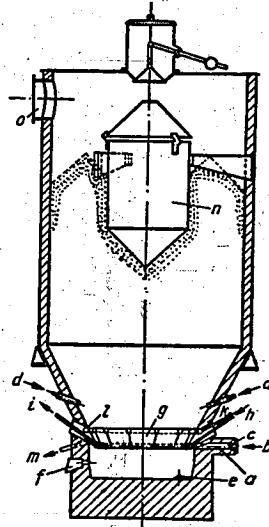


Abb. 12. Schnitt durch den Thyssen-Galocsy-Abstichgaserzeuger

Abb. 12 zeigt einen Schnitt durch den Thyssen-Galocsy-Vergaser. Bei a befindet sich am Außenmantel des Vergasers ein Kranz von Brennern, in die bei b und c ein Gemisch von Sauerstoff, Wasserdampf und Hilfgas eingeblasen und darin vorverbrannt wird. Als Hilfgas verwendet man zweckmäßig Eigengas aus der Erzeugung oder ein beliebiges anderes Gas, z. B. Restgas aus der Synthese. Das Hilfgas dient lediglich als Wärmeträger zur Temperaturverlagerung und erscheint am Vergaserausgang wieder in Form von Kohlenoxyd und Wasserstoff. Bei d ist ein zweiter Brennerkranz oberhalb der Vergasungszone angebracht; um gegebenenfalls Konvertierungsdampf, Zweisauerstoff oder Luft einzuführen. Bei f ist der Schlackenabstich und bei e der Eisenabstich angeordnet, falls mit Erzzusatz zum Brennstoff gefahren wird. g bis m bezeichnen die Wasserkühlung

für die Brennerzone. In den Generatorschacht ist mittig bei n ein Rohr eingehängt, um den Gasstrom von der Außenwand nach der Schachtmitte abzulenken und so die Bildung eines schwarzen Kernes in der Koksschicht zu vermeiden.

Das erblasene Gas tritt oben bei O mit Schwelgas und Schwelteeer gemischt mit niedriger Eigentemperatur aus und wird anschließend entteert. Es ist ein verhältnismäßig energiereiches Gas mit einem Heizwert von etwa 3000 kcal/Nm³ und einem sehr geringen Kohlensäure- und Stickstoffgehalt. Es eignet sich unmittelbar als Heizgas, z. B. zur Unterfeuerung der Koksöfen, oder dient nach seiner Konvertierung als Ausgangsgas für die Cassynthese.

11. Staubvergasung nach Demag und Koppers

Einen anderen Verfahrensweg, nämlich die Staubvergasung der Steinkohle im stetigen Betrieb mittels Sauerstoff und Wasserdampf, hat der Bergbauverein in Essen zusammen mit der Demag und der Ruhrgas A.-G. beschritten. Auch Koppers hat ein eigenes Verfahren zur Staubvergasung von Steinkohle entwickelt und wird darüber Näheres bekanntgeben.

Ohne den Ergebnissen vorgreifen zu wollen, ist zur Staubvergasung allgemein zu sagen: Sie hat vor der Schachtvergasung den Vorzug voraus, daß Kohlenart und Kohlensorte, also Backfähigkeit, Treibverhalten und Körnung, keine Schwierigkeiten bieten. Damit steht die Staubvergasung auf einer ausgezeichneten, breiten Brennstoffgrundlage. Als grundsätzliche Nachteile der Staubvergasung sind der Kostenaufwand für das Mahlen der Brennstoffe auf Staubfeinheit und die hohe Austrittstemperatur des Gases anzusehen. Die letztere hat einen ungünstigen Einfluß auf den Sauerstoffverbrauch und den Vergasungswirkungsgrad des Verfahrens. —

Man darf von den erwähnten Verfahren erwarten, daß mit ihrer praktischen Bewährung die restlose Vergasung von Steinkohle zu Wassergas bzw. Synthesegas im stetigen Betrieb in breitem Rahmen gelöst sein wird.

Ein wichtiger weiterer Schritt bleibt allerdings noch zu tun, nämlich die Umwandlung von Wassergas bzw. Syn-

thesegas in Stadt- und Ferngas. Die bekannte Methan-synthese aus Kohlenoxyd und Wasserstoff über Nickel-Kobalt- oder Eisenkatalysatoren mit feingereinigtem Gas bietet zwar eine technische Möglichkeit zur Fern-gaserzeugung, aber sie ist keine wirtschaftlich befriedigende Lösung. Gerade an dieser Aufgabe weiterzuarbeiten, muß eines der nächsten Ziele der restlosen Vergasung bleiben.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man feststellen, daß die restlose Vergasung von Steinkohle und Braunkohle in den letzten Jahren gute Fortschritte gemacht hat. Es ist gelungen, nicht nur die Kokswassergaserzeugung durch Vollmechanisierung und selbsttätige Steuerung der Anlagen bedeutsam zu verbessern, sondern es sind eine Reihe neuer Verfahren entwickelt worden, die es gestatten, Kohle, insbesondere Braunkohle, in stetigem Betrieb restlos zu Wassergas bzw. Synthesegas zu vergasen und so den gewaltigen Gasbedarf der Kraftstoffsynthese und anderer Syntheseverfahren auf breiter Brennstoffgrundlage zu befriedigen.

Die Vergasung unter Druck hat eine technisch elegante Lösung gebracht, um Kohle restlos und in einem Zuge zu vollwertigem Stadtgas und Ferngas zu vergasen. Damit ist der Stadtgas- und Ferngasindustrie der Weg gewiesen, den bestehenden Gashunger kurzfristig und mit wirtschaftlich tragbarem Aufwand zu befriedigen.

Wenn zwar die einzelnen Vergasungsverfahren an die Brennstoffart und -güte noch ihre besonderen Anforderungen stellen, so ermöglichen sie doch in ihrer Gesamtheit dem Bergbau, praktisch sämtliche Kohlenarten und -sorten für die restlose Vergasung anzusetzen und auf diese Weise den notwendigen gesunden Ausgleich in der Förderung und auf dem Brennstoffmarkt zu schaffen. Die restlose Vergasung gibt der Gasindustrie das technische Mittel in die Hand, wertvolle neue Gasquellen zu erschließen, und die Gasindustrie ist bereit, sich dieses Mittels zur Meisterung ihrer großen Aufgaben zu bedienen.