



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 691 263 A5

⑤① Int. Cl.⁷: C 10 J 003/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 02724/95

⑦③ Inhaber:
Jakob Huber, Les Aveneyres 8,
1806 St-Légier (CH)

②② Anmeldungsdatum: 27.09.1995

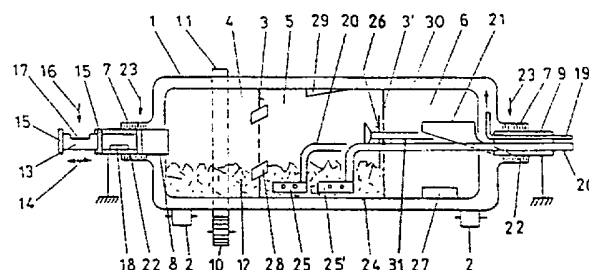
②④ Patent erteilt: 15.06.2001

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.06.2001

⑦② Erfinder:
Jakob Huber, Les Aveneyres 8,
1806 St-Légier (CH)

⑤④ Gasgenerator zur kontinuierlichen Erzeugung eines brennbaren Gases.

⑤⑦ Der Gasgenerator besteht im Wesentlichen aus dem langsam drehenden Drehrohr (1), das an seinen beiden verjüngten Enden (7) durch nichtdrehende Abschlusselemente (8, 9) dichtend verschlossen ist. Es ist durch die Stauringe (3, 3') in drei Zonen (4, 5, 6) unterteilt, von denen die Zone (4) als Trocknungskammer für das zu vergasende Gut (12), die Zone (5) als Vergasungskammer und die Zone (6) als Aschenkammer dient. Zur besseren Wärmeisolation ist der zusätzliche Innenmantel (24) vorgesehen. Das Gut wird mit dem Einschubkolben (13) durch das Abschlusselement (8) zugeführt und innerhalb des Drehrohres durch die Drehbewegung weitergefördert. Die Verbrennungsluft wird durch die Vorrichtung (25) zugeführt, das brennbare Gas wird durch das Ableitungsrohr (31), Asche und gegebenenfalls Schlacke werden durch den Sammler (21) abgeführt. So ist ein Dauerbetrieb ohne Unterbrechungen und auch unter erhöhtem Drucke möglich, sodass der Verbraucher nicht selbst das Gas ansaugen muss. Es können praktisch alle brennbaren Feststoffe wie Kohle, Kohlengriess, Papier, Holz, Plastik, trockene Vegetabilien und selbst, zusammen mit diesen Materialien, kleine Mengen Altöl vergast werden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gasgenerator zur kontinuierlichen Erzeugung eines brennbaren Gases durch unvollständige Verbrennung von Feststoffen unter Zuführung von Luft.

Zur Gewinnung von Gas aus Kohle wird dieselbe in einen gut abgeschlossenen Behälter eingefüllt, welcher von aussen erwärmt wird. Die flüchtigen Anteile entweichen aus der Kohle und werden anschliessend zu Stadtgas aufbereitet. Zurück bleibt der Koks, welcher einen höheren Heizwert als die Kohle hat und in der Industrie und für Hausheizungen verwendet wird. Durch die Gasgewinnung erhält man ein Produkt, welches in Leitungen transportfähig, sofort entzündbar und lagerfähig ist sowie einen hohen Heizwert aufweist.

Der bei verschiedensten Gelegenheiten stets in nicht unbedeutenden Mengen anfallende Kohlengrüss ist auf die vorbeschriebene Weise nicht verwertbar.

Es sind auch Holzvergaser für den Betrieb von Explosionsmotoren bekannt. Diese benötigen jedoch ausgesuchte Holzqualitäten, um eine dauernde Vergasung zu unterhalten. Das zeitweise Nachfüllen frischen Materials und das Abwarten bis zum Beginn seiner Vergasung bedingt jedoch unerwünschte Betriebsunterbrüche. Ausserdem ist der Leistungsabfall der Motoren, da sie sich selbst das Brenngas ansaugen müssen, beträchtlich gegenüber einem Betrieb mit Kohlenwasserstoffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Gasgenerator der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher in der Lage ist, aus praktisch allen brennbaren Feststoffen ein brennbares Gas zu erzeugen, welcher einen Dauerbetrieb ohne Unterbrüche oder auch nur Schwankungen erlaubt und dessen Leistung auch an wechselnden Bedarf in einfacher Weise angepasst werden kann.

Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ist aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 ersichtlich.

Durch einen derart gestalteten Gasgenerator ist es möglich, brennbare Feststoffe wie Steinkohle, Braunkohle, Kohlengrüss, Gummi, Papier, Holz, auch andere trockene Produkte vegetabilen Herkunft und in Verbindung mit diesen Materialien selbst kleinere Mengen Altöl zu vergasen. Die Beschickung erfolgt dauernd oder kurzperiodisch in kleinen Chargen, welche keinen Einfluss auf eine gleichmässige, kontinuierliche Gaserzeugung haben. Die Gasentnahme kann daher, ohne auf irgendeinen Rhythmus in der Beschickung oder Gaserzeugung Rücksicht nehmen zu müssen, bedarfsabhängig gesteuert werden. Bei vorübergehendem Nullverbrauch wird nur jene minimale Luftmenge zugeführt, welche für die Aufrechterhaltung des Brandes im Drehrohr unerlässlich ist. Dadurch kann die Gaserzeugung jederzeit in vollem Umfang wieder aufgenommen werden, ohne einen Reservebehälter als Speicher zu benötigen, was jedoch die Verwendung eines solchen nicht ausschliesst.

Das erzeugte brennbare Gas kann für die verschiedensten Verwendungszwecke, bei genügen-

der Reinigung sogar für den Betrieb von Verbrennungsmotoren bereitgestellt werden.

Die bei der Gaserzeugung anfallende, erhebliche Abwärme lässt sich auf vielerlei Art verwerten. Genannt seien beispielsweise die Beheizung von Gebäuden, Treibhäusern, Schwimmbecken, Verwertung in der Industrie, in Textilbetrieben, Waschanstalten usw. Das zu vergasende Gut wird optimal ausgenützt, und es lässt sich für den gesamten Vergasungsprozess ein maximaler Wirkungsgrad erzielen.

In der einzigen Figur der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Gasgenerators schematisch dargestellt.

Das Drehrohr 1 ist auf den Rollen 2 gelagert. Es ist durch die beiden Stauringe 3, 3' in drei Zonen 4, 5 und 6 unterteilt. Seine verjüngten Enden 7 sind durch die nicht drehenden Abschlusselemente 8, 9 dichtend verschlossen. Die Drehbewegung wird durch den aus dem Ritzel 10 und dem Zahnkranz 11 bestehenden Antrieb erzeugt.

Das Abschlusselement 8 dient der Zufuhr des zu vergasenden Gutes 12. Zu diesem Zwecke ist es zylinderförmig ausgebildet und an seinen beiden Enden offen. In ihm bewegt sich der ebenfalls hohle Einschubkolben 13 hin und her, wie durch den Doppelpfeil 14 veranschaulicht ist. Er ist durch drei Kolbenringe 15 geführt, von denen sich in jeder Lage des Kolbens 13 mindestens zwei innerhalb des Abschlusselements 8 befinden und so eine verlässliche Abdichtung garantieren.

Das in zweckmässig grosse Stücke zerkleinerte Gut wird in Richtung des Pfeiles 16 durch die Chargieröffnung 17 in den Kolben 13 eingefüllt. Sobald dieser so weit gegen das Innere des Drehrohres 1 verschoben ist, dass sich die Entleeröffnung 18 ausserhalb des Abschlusselements 8 befindet, fällt das Gut 12 von selbst heraus und gelangt solcherart in die Zone 4 des Drehrohres.

Bei kleinstückigem Gut kann es vorteilhaft sein, beide Öffnungen 17 und 18 auf derselben Seite des Kolbens 13 anzuordnen, sodass sie bei dessen Axialbewegungen ständig nach oben gerichtet sind. Für die Entleerung muss dann der Kolben eine Drehung um 180° ausführen, was konstruktiv leicht zu lösen ist.

Das Abschlusselement 9 auf der anderen Seite des Drehrohres dient der Halterung des Luftrohres 19, der hohlen Tragarme 20 und 20', des Sammlers 21 sowie des Ableitungsrohres 31. Auf die Funktion dieser Bauteile wird weiter unten noch näher eingegangen.

Für die Abdichtung zwischen den verjüngten Enden 7 des Drehrohres 1 und den Abschlusselementen 8 bzw. 9 kann jede zweckentsprechende Dichtung bekannter Art verwendet werden. Vorteilhaft ist es, dafür Lamellendichtungen 22 vorzusehen, und je eine Zwischenstufe derselben mit unter Druck stehender Sperrluft zu beaufschlagen, wie es durch die Pfeile 23 versinnbildlicht ist. Ein Teil des Luftstromes strömt jeweils nach aussen, der andere Teil nach innen und verhindert solcherart einen Austritt von Gas aus dem Drehrohr.

Das zu vergasende Gut wird, wie schon oben beschrieben, mithilfe des Einschubkolbens 13 durch

das Abschlusselement 8 in das Drehrohr eingebracht. Ebenso kann dafür z.B. eine Förderschnecke verwendet werden. Das Gut gelangt zuerst in die Zone 4, welche als Trocknungskammer dient. Von hier wird es in die Zone 5 gefördert, wo die Vergasung stattfindet.

Naturgemäss herrscht in der Zone 5 die höchste Temperatur. Um die Abstrahlungsverluste klein zu halten, kann der zusätzliche Innenmantel 24 vorgesehen werden, welcher, wie später dargelegt wird, noch eine weitere Aufgabe erfüllen kann. Ferner ist es vorteilhaft, den Hitzeschild 26 einzubauen, welcher an den Tragarmen 20 und 20' befestigt ist und verhindert, dass einerseits zu viel Wärme gegen das Abschlusselement 9 hin abstrahlt, andererseits noch nicht oder erst ungenügend vergastetes Gut in die Zone 6 gelangt. Ein Übergang von Wärme in die Zone 4 ist eher erwünscht, um die Trocknung des Gutes und eine Vorwärmung desselben zu erzielen.

In der Zone 6 wird die Asche und, sofern das ausgegaste Gut nicht bereits zu Asche geworden ist, die übrig bleibende Schlacke im Sammler 21 gesammelt und nach aussen gefördert.

Die selbsttätige Förderung des Gutes innerhalb des Drehrohres 1, in der Zeichnung von links nach rechts, erfolgt in einfacher Weise. Es genügt bereits eine leichte Neigung der Drehachse des Drehrohres zur Horizontalen, wie es von Drehöfen bekannt ist, doch ergeben sich hierbei gewisse Probleme bei der Rollenlagerung. Andere Hilfsmittel sind der Zeichnung zu entnehmen.

Der Stauring 3 zwischen den Zonen 4 und 5 ist mit den Transportschaukeln 28 versehen. Sie können hinsichtlich ihres Anstellwinkels auch verstellbar ausgeführt sein. Eine solche Verstellung lässt sich von aussen und sogar während des Betriebes vornehmen, wenn eine raschere Förderung erwünscht ist. Normalerweise wird jedoch für eine bestimmte Art des Gutes die einmal gewählte Einstellung der Schaukeln unverändert belassen. Selbstverständlich können auch am Stauring 3' gleiche oder ähnliche Transportschaukeln angebracht werden.

In der Zone 5 sind über den Umfang verteilte Transportelemente 29 vorgesehen, die je nach Konstruktion des Generators am Mantel des Drehrohres 1 oder am Innenmantel 24 angebracht sind. Sie dienen einerseits dazu, das in der Vergasungsphase befindliche Gut besser zu durchmischen, andererseits zur Förderung desselben in axialer Richtung, indem sie jeweils einen Teil davon aus der übrigen Masse herausheben und nach weiterer Drehung des Rohres 1 gegen das Abschlusselement 9 hin wieder freigeben. Ähnliche Transportelemente 27 können auch in der Zone 6 angeordnet werden, um das Sammeln von Asche und Schlacke im Sammler 21 zu erleichtern oder die Letztere sogar zu zerkleinern. Der Transport der Feststoffe kann auch derart gesteuert werden, dass Aktivkohle gewonnen wird, wenn geeignete Feststoffe zum Einsatz kommen.

Wenn ein Innenmantel 24 vorhanden ist, welcher mit dem Mantel des Drehrohres 1 den Innenraum 30 bildet, kann vor der Inbetriebsetzung des Gasgenerators Abwärme aus einer Wärmequelle, z.B. von Dieselabgasen, in den Innenraum eingeleitet wer-

den. Dies erfolgt am einfachsten durch das Luftrohr 19, es können aber auch Öffnungen im Drehrohrmantel dafür vorgesehen sein. Durch weitere Öffnungen, die derart angeordnet sind, dass im Innenraum 30 eine Zirkulation entsteht, werden die wärmeabgebenden Gase nach aussen abgeführt. Damit wird der ganze Generator und das darin befindliche Vergasungsgut vorgewärmt.

Die wärmeabgebenden Abgase können aber auch in das Innere des Generators geleitet und durch das Ableitungsrohr 31 abgeführt werden, was eine noch bessere, weil direkte Wärmeübertragung an das Vergasungsgut ergibt. In beiden Fällen kann der Generator in kürzester Zeit aktiviert und brennbares Gas für die vorgesehene Verwendung bereitgestellt werden.

Zur Inbetriebsetzung des Gasgenerators werden zuerst die beiden Zonen 4 und 5 durch das Abschlusselement 8 mit dem zu vergasenden Gut bis zur ungefähren Höhe des Staurandes 3 gefüllt. Es eignen sich dazu praktisch alle brennbaren Feststoffe, aber auch ein gewisses Quantum Altöl kann gleichzeitig verwertet werden. Dieses wird den bereits in die richtige Grösse gebrachten Feststoffen schon vor der Beschickung oder innerhalb des Drehrohres 1 in einer solchen Dosis beigemischt, dass es das stückige Gut mit einem nicht zu dicken Film überzieht. Diese Vorsichtsmassnahme ist nötig, damit durch die Verkokung des Öls das Gut nicht zusammenbackt und so eine feste Masse bildet.

Nun wird das Gut in der Zone 5 lokal erwärmt, was beispielsweise elektrisch oder mit einer Gasfackel geschehen kann, welche durch eines der (nicht gezeichneten) Schaulöcher hindurchgesteckt wird.

Um die Verbrennung anzufachen, wird durch den hohlen Tragarm 20 und die stillstehende, beispielsweise als Rost ausgebildete Vorrichtung 25, ähnlich wie bei einem Schmiedefeuer, von unten Druckluft in das zu vergasende, vorgewärmte Gut eingeblasen und so der thermische Prozess mit der notwendigen Verbrennungsluft versorgt.

Die entstehenden Gase, die anfänglich noch nicht gesättigt und nur schlecht brennbar sind, werden durch das Ableitungsrohr 31 abgeführt und abgefackelt. Sobald das Gas genügend brennbar ist, wird es mithilfe einer einfachen Umschalteneinrichtung im Ableitungsrohr der Verwertung zugeführt, was üblicherweise mit der unter Überdruck eingeblasenen Luft erfolgt, nötigenfalls kann es jedoch auch abgesaugt werden. Damit ist die Anfahrphase beendet.

Der weitere Vergasungsprozess läuft durch die Eigenerwärmung weiter. Dabei muss Gas entnommen werden. Durch die entsprechende Steuerung der zugeführten Luftmenge und Anpassung des Druckes im Drehrohr wird eine unvollständige Verbrennung unterhalten. Durch die Drehbewegung des Drehrohres wird die Durchmischung der glühenden Feststoffe unterstützt und auch neue Feststoffe werden der glühenden Zone 5 zugeführt.

Kohlegriess, welcher dem zu vergasenden Gut beigemischt ist, kann ebenfalls vergast werden, wobei die Selbstentzündung, wie Versuche gezeigt haben, je nach Kohlenart schon bei ca. 200°C und ei-

nem entsprechenden Überdruck einsetzen kann. Damit muss Kohlegriess nicht mehr zu Briketts verarbeitet werden.

Feststoffe, die Teer abscheiden, sollen möglichst heiss vergast werden, damit die Verunreinigungen mitverbrennen und eine nachträgliche Reinigung verringert oder, je nach verlangtem Reinheitsgrad, sogar gänzlich vermieden werden kann.

Ist das erzeugte Gas für einen Verbrennungsmotor bestimmt, so besteht die Möglichkeit, es durch die heisse Glut des Vergasungsgutes hindurch abzusaugen. Bei den hohen Temperaturen verbrennen Teerstoffe und eventuell vorhandene giftige Produkte praktisch vollständig, was für einen Verbrennungsmotor unerlässlich ist, insbesondere wenn das Gas vom Generator direkt zum Motor geleitet werden soll. Eine Kühlung des Gases ist in diesem Falle unbedingt notwendig, was andererseits mit Vorteil zur Abwärmegewinnung ausgenützt werden kann. Selbstverständlich ist auch eine nachträgliche Reinigung des Gases möglich, was aber einen zusätzlichen Verfahrensschritt bedeutet.

Für den oben genannten Zweck ist eine weitere, als Rost ausgebildete Vorrichtung 25' vorgesehen, die am Tragarm 20' befestigt ist und, in Förderrichtung des Gutes im Generator gesehen, nach der Vorrichtung 25 eingebaut ist. Bei grossen Generatoren können auch mehrere Vorrichtungen 25 und 25' vorgesehen sein, die neben- oder hintereinander angeordnet werden. Bei allen Ausführungen ist es zweckmässig, die Vorrichtungen 25 und 25' nicht parallel zur Drehachse, sondern unter einem Neigungswinkel – aus der Zeichnungsebene heraus – anzuordnen, was die Förderung des zu vergasenden Gutes innerhalb des Generators unterstützt.

Durch die Vorrichtung 25 wird die für die Vergasung des Gutes notwendige Luft eingeblasen, durch die Vorrichtung 25' wird, wie oben beschrieben, brennbares Gas durch die glühenden Feststoffe abgesaugt, wodurch es weniger oder gar keine Teerstoffe enthält.

Bei feinstückigem Gut oder nach längerer Betriebsdauer könnte es vorkommen, dass die in der Vorrichtung 25' vorhandenen Öffnungen sich teilweise oder auch ganz verlegen. Dem kann abgeholfen werden, indem gelegentlich ein Luftstoss durch den Tragarm 20' eingeleitet wird. In manchen Fällen ist es sogar zweckmässig, die Luftzuführung und die Gasentnahme von Zeit zu Zeit umzukehren, indem während des Vergasungsvorganges die benötigte Luft durch den Tragarm 20' zugeführt und das erzeugte Gas durch den Tragarm 20 entnommen wird.

Mechanisch ist das mit einem Umschaltelement einfach zu lösen, das ausserhalb des Generators in die Anschlussleitungen der Tragarme 20 und 20' eingeschaltet ist und die wahlweise Zu- und Ableitung durch jeden Tragarm ermöglicht.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, sowohl durch den einen Tragarm als auch durch das Ableitungsrohr 31 Gas aus dem Generator zu entnehmen. Die eine Gasentnahme liefert z.B. Gas für Heizzwecke, welches vorher durch die vorzuwärmenden Feststoffe fliesst. Die andere liefert Gas für andere Zwecke, wobei es eventuell noch abgekühlt

werden muss. Eine notwendige Regelung kann dabei durch das Aufrechterhalten unterschiedlicher Drücke an den beiden Entnahmestellen erfolgen.

Bei allen genannten Betriebsarten ist eine teilweise Rezirkulation möglich, indem ein Teil des erzeugten Gases erneut in das Drehrohr 1 eingeleitet wird, z.B. durch das Luftrohr 19. Dadurch kann ein im Gas eventuell noch vorhandener Rest von Sauerstoff zur Erzeugung weiteren Kohlenmonoxids ausgenützt werden, womit eine höhere Konzentration desselben erreicht wird.

Das wäre besonders im Ruhebetrieb bei minimaler Gaserzeugung vorteilhaft, sodass ein Reservebehälter mit hochwertigem Gas gefüllt werden kann. Es ist verständlich, dass proportional zur abgeleiteten Gasmenge eine bestimmte Luftmenge in das Drehrohr eingebracht werden muss.

Ebenso ist die Zufuhr der zu vergasenden Feststoffe anzupassen, was elektronisch gesteuert werden kann und keine Schwierigkeiten bietet. Die gesamte Steuerung des erfindungsgemässen Gasgenerators ist somit, insbesondere bei Normalbetrieb, sehr unkompliziert und über die Luftzufuhr bzw. über die Gasentnahme ohne weiteres möglich.

Sind zu wenig Feststoffe in der Vergasungskammer 5 vorhanden, so wäre das entstehende Gas nicht gesättigt. Um dies zu verhindern und eine genügende Gasqualität sicherzustellen, werden am Austritt des Tragarmes 20' und des Ableitungsrohres 31 Ventile angebracht. Bei zu geringem CO-Gehalt des Gases, welchen eine Messeinrichtung ermittelt, wird in Abhängigkeit vom Messwert der Durchflussquerschnitt der Ventile verringert.

Der Gasgenerator ist genügend elastisch, um auch einen stärkeren Anstieg des Gasbedarfs aufzufangen, wenn dieser nur kurzzeitig ist. Wenn der gesteigerte Bedarf jedoch länger andauert, sind weitere Regelschritte erforderlich. Es bieten sich dafür mehrere Möglichkeiten an, die einzeln oder in Kombination miteinander zur Anwendung kommen können.

Eine Steigerung der zuzuführenden Feststoffmenge ist für diesen Fall selbstverständlich Voraussetzung und kann in der weiter oben beschriebenen Art durch das Abschlusselement 8 mechanisch einfach durchgeführt werden.

Auch eine damit verbundene stärkere Zerkleinerung des Gutes, ferner ein Wechsel zu leichter vergasbaren Stoffen oder deren Beimischung zu den bisher verwendeten wäre denkbar.

Eine rasche Förderung der grösseren Feststoffmenge durch das Drehrohr 1 kann durch eine Erhöhung der Drehzahl des Drehrohres, die sonst nur wenige Umdrehungen/Stunde beträgt, sowie durch ein Verstellen des Anstellwinkels der Transport-schaukeln 28 erreicht werden. Ferner wäre eine veränderbare Neigung der Drehachse des Drehrohres als mögliche Variante nicht auszuschliessen.

Die zur Vergasung einer grösseren Feststoffmenge benötigte gesteigerte Luftmenge kann bald nicht mehr durch die Vorrichtung 25 allein zugeführt werden. Abhilfe bringt eine zusätzliche Luftzuführung durch die Vorrichtung 25' oder durch das Luftrohr 19. Eine weitere mögliche Betriebsvariante besteht darin, durch das Luftrohr 19 und die Vorrichtung 25

Verbrennungsluft in das Drehrohr 1 zu leiten, und durch die Vorrichtung 25' und das Ableitungsrohr 31 Gas zu entnehmen. Eine entsprechende Mengensteuerung ist von Vorteil, aber nicht bei allen Betriebsarten notwendig.

Zur Steigerung der Gaserzeugung ist es vorteilhaft, die Verbrennungsluft vorzuwärmen. Das kann bereits ausserhalb des Generators erfolgen, indem sie z.B. durch einen Wärmetauscher geleitet wird, in welchem das erzeugte Gas, zweckmässigerweise nach einer Reinigung desselben, einen Teil seiner Wärme abgibt.

Eine andere Möglichkeit zur Erwärmung der Luft besteht darin, sie den Zwischenraum 30 zwischen dem Innenmantel 24 und dem Mantel des Drehrohres 1 durchströmen zu lassen, bevor sie auf das zu vergasende Gut trifft. Das Drehrohr wird dadurch vor Wärmeverlusten geschützt, was gerade bei einer forcierten Gaserzeugung wertvoll ist.

Bei Verwendung des erzeugten Gases in einem Dieselmotor, dessen Abgase bekanntlich einen gewissen Luftüberschuss enthalten, kann ein Teil der Abgase in den Gasgenerator eingeleitet werden.

Es ergeben sich dadurch mehrere Vorteile: der Gasgenerator benötigt weniger Verbrennungsluft, somit wird Förderenergie für dieselbe eingespart; die vom Diesel angesaugte Luft wird durch die teilweise Weiterverwertung besser ausgenützt; das Drehrohr kann durch die Abgase, wenn gewünscht, auf einen höheren Innendruck gebracht werden und wird ausserdem aufgeheizt, was einer Verringerung des für die Verbrennung benötigten Wärmebedarfes entspricht und somit eine Steigerung des Wirkungsgrades des Gasgenerators ergibt. Da bekanntlich in den Abgasen des Verbrennungsmotors noch hohe Konzentrationen von Schadstoffen und nicht vollständig verbrannten Gasen und Partikelchen vorhanden sind, besteht die Möglichkeit, in einen zweiten kleineren Gasgenerator sämtliche Abgase des Verbrennungsmotors nochmals einzuleiten und damit vollständig abzubauen und zu vernichten. Die Gase dieses kleineren Generators werden anschliessend separat verwertet.

Ist ein Innenmantel 24 vorhanden, so können auch die heissen Abgase des Dieselmotors oder die rezirkulierten Gase durch den Zwischenraum 30 geleitet werden, um das zu vergasende Gut in der Trocknungszone 4 aufzuwärmen bzw. um die Vergasungszone 5 vor Wärmeverlusten nach aussen besser zu schützen.

Durch ein Abdichten des Innenmantels 24 an einem oder an beiden Abschlusselementen 8 und 9, was z.B. durch weitere Lamellendichtungen erfolgen kann, lässt sich bei unterschiedlichem Druckniveau gegenüber dem Drehrohr-Innenraum eine geregelte Zirkulation im Zwischenraum 30 erzwingen.

Vorteile bringt auch eine Erwärmung des Drehrohres von aussen, insbesondere im Bereich der Vergasungszone 5. Dies kann durch die Ausnützung irgendwelcher heisser Gase oder durch eine Verbrennung von verunreinigten Gasen, die auch anfallen, mittels einem Gasbrenner erfolgen.

Der erfindungsgemässe Gasgenerator kann praktisch auf jedem Druckniveau betrieben werden, wodurch ein zusätzlicher Kompressor für die Weiterlei-

tung des erzeugten Gases oder zur Vorbereitung für den Verbraucher überflüssig wird. Massgebend für das Druckniveau ist der jeweilige Verwendungszweck. Im Allgemeinen ist es unerwünscht, wenn der Verbraucher selbst das Gas ansaugen muss. Man wird daher üblicherweise den Betriebsdruck auf einem höheren als dem Verbraucherdruck halten, was durch die zugeführte Verbrennungsluft leicht regelbar ist. Auch werden die maschinellen Einrichtungen mit der Zuführung sauberer Druckluft weit einfacher. Der Innendruck des Drehrohres 1 bietet sich somit auch als günstiger Parameter für die Leistungsregelung des Generators an, was insbesondere bei schwankendem Gasbedarf wichtig ist.

Durch die Möglichkeit, den Gasgenerator bei höheren Drücken und Temperaturen zu verwenden, können auch Zusätze eingeschleust werden, welche vorhandene Giftstoffe neutralisieren.

Bekannt ist das Einbringen von Kalk, um Schwefel zu binden. Auch Katalysatoren sowie Wasser bzw. Dampf können eingeführt werden zwecks Auslösung chemischer Reaktionen, um gezielt eine neue Gaszusammensetzung zu erreichen, Giftstoffe zu neutralisieren oder die Verbrennungstemperatur zu beeinflussen. Katalysatoren können dem zu vergasenden Gut bereits vor der Beschickung des Generators, aber auch während des Vergasungsprozesses beigemischt werden.

Für derartige spezielle Betriebsarten kann es vorteilhaft sein, das Drehrohr in mehr als drei Zonen zu unterteilen. Als Beispiel sei eine Unterteilung in vier Zonen kurz beschrieben.

Die erste Zone dient der Trocknung der Feststoffe durch Erwärmung unter gleichzeitiger Vergasung der leicht flüchtigen Stoffe bei ca. 300°C. In der anschliessenden Vergasungszone erfolgt die unvollständige Verbrennung der Feststoffe unter minimaler Luftzufuhr bei ca. 800°C. In der dritten Zone wird das brennbare Gas durch die heisse, nicht vergasbare Restmaterie hindurch abgesaugt, wodurch gewisse im Gas enthaltene Schadstoffe verbrannt werden. Durch Erhöhung des Betriebsdruckes im Drehrohr können auch manche chemischen Reaktionen gefördert werden. Asche und Schlacke werden, wie oben schon beschrieben, in der letzten Zone gesammelt und nach aussen gefördert.

Eine Variante dazu besteht darin, dass zur Veredelung des Gases bereits bei der Beschickung des Drehrohres Zusätze, z.B. Kalkgestein, zugeführt werden. In der dritten Zone wird dann ein weiterer Zusatz, nämlich überhitzter Wasserdampf von beispielsweise 400°C eingeleitet, wodurch der Schwefel gebunden wird.

Der dabei aus dem Kalkgestein entstehende Gips wird zusammen mit der Asche und der Schlacke aus der vierten Zone entnommen. Diese Materialien können nachfolgend noch verwertet werden, beispielsweise zu Isoliersteinen verpresst werden.

Der Druck im Gasgenerator lässt sich auch derart erhöhen, dass bei Grossanlagen die brennbaren Gase zur direkten Verwertung z.B. in eine Gasturbine oder in die ihr vorgeschaltete Brennkammer geleitet werden können. Dabei ermöglicht die Erfindung, weitere gut regelbare Brennstoffe und den dazu nötigen Luftbedarf miteinzumischen.

Für die Verwertung der erzeugten Gase beispielsweise in einem Dieselmotor ist es sinnvoll, nicht nur ihren Druck zu erhöhen, sondern sie auch abzukühlen, wobei die abzuführende Wärme in einem Wärmetauscher ausgenützt werden kann. Die Verbrennungsluft für den Motor wird ebenfalls, z.B. mit einem Turbolader, auf einen höheren Druck gebracht, mit dem Brenngas aus dem Gasgenerator gemischt und in den Dieselmotor befördert. Ein Leistungsverlust gegenüber einem konventionellen Brennstoff wird damit eliminiert.

Abgekühlte Gase, die auf einen höheren Druck gebracht werden oder schon mit einem erhöhten Druck aus dem Gasgenerator strömen, lassen sich auch in einer Pipeline an ortsfremde Verbraucher leiten.

Ein mit feuerfesten Steinen ausgekleidetes Drehrohr ermöglicht auch das Erreichen hoher Temperaturen im Gaserzeuger, die noch dazu in der Lage sind, auch hochgiftige Abfälle zu vernichten und die dafür notwendige oder anfallende Wärme sinnvoll auszunützen.

Das Drehrohr erhält dabei zweckmässigerweise eine grössere Länge mit mehreren Zonen unterschiedlich hoher Temperaturen und entsprechende Zufuhr von Verbrennungsluft.

Anschliessend werden Zonen mit reduzierten Temperaturen vorgesehen, wobei es sinnvoll ist, gleichzeitig diese anfallende Wärme dank dem vorherrschenden Überdruck z.B. in den unteren Druckbereich einer Gasturbine einzuleiten oder mit einem Wärmeaustauscher aus dem Drehrohr mit einem geeigneten Wärmeträger einer weiteren Verwendung zuzuleiten.

Ein Direktverbrauch des erzeugten Gases hat den Vorteil, dass seine fühlbare Wärme ausgenützt werden kann. Wird es als Stadtgas verwendet, dann erfolgt seine Einspeisung in einen Gasometer. Für den Betrieb desselben können ein oberer und ein unterer Grenzwert für seinen Druck oder seinen Inhalt festgelegt werden, bei deren Erreichung der Gasgenerator aus- bzw. eingeschaltet wird.

In einem Gasometer kann auch eine Trennung von CO-Gas und dem störenden CO₂ erfolgen.

Handelt es sich nicht um eine totale Stilllegung, sondern nur um eine vorübergehende Abschaltung des Generators, wie z.B. im vorher genannten Fall, dann wird man bestrebt sein, die Feuerung im Drehrohr nicht ausgehen zu lassen, um jederzeit wieder Gas rasch zur Verfügung zu haben. Das kann durch die dauernde Zufuhr einer dafür notwendigen minimalen Luftmenge erreicht werden. Das dabei erzeugte Gas wird sich nicht immer verwerten lassen und kann durch das Ableitungsrohr 31 weggeführt und abgefackelt werden.

Patentansprüche

1. Gasgenerator zur kontinuierlichen Erzeugung eines brennbaren Gases durch unvollständige Verbrennung von Feststoffen unter Zuführung von Luft, dadurch gekennzeichnet, dass ein im Inneren in mindestens drei Zonen (4, 5, 6) unterteiltes Drehrohr (1), welches an seinen beiden verjüngten Enden (7) durch nichtdrehende Abschlusselemente (8,

9) gegenüber der umgebenden Atmosphäre dichtend verschlossen ist, mit Zufuhr des zu vergasenden Gutes (12) durch das eine Abschlusselement (8) und mindestens teilweisem Abtransport der Endprodukte durch das andere Abschlusselement (9), wobei eine selbsttätige Förderung des Gutes durch das Drehrohr (1) erfolgt, sowie gekennzeichnet durch einen Antrieb (10, 11) zur Erzeugung einer Drehbewegung des Drehrohres.

2. Gasgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehrohr (1) durch zwei Stauringe (3, 3') in drei Zonen (4, 5, 6) unterteilt ist, von denen, in Richtung der Förderung des Gutes (12) gesehen, die erste Zone (4) als Trocknungskammer, die zweite (5) als Vergasungskammer, die dritte (6) als Aschenkammer dient, und zwischen der zweiten und dritten Zone ein Hitzeschild (26) vorgesehen ist.

3. Gasgenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der beiden Stauringe (3, 3') mit Transportschaukeln (28) versehen ist, welche hinsichtlich ihres Anstellwinkels verstellbar sind.

4. Gasgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Abschlusselement (8) einen axial bewegbaren Einschubkolben (13) für das zu vergasende Gut (12) aufweist, derart, dass der Kolben in jeder Stellung, zusammen mit dem Abschlusselement einen dichtenden Abschluss des Drehrohres (1) bildet.

5. Gasgenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest im Bereich einer Vergasungskammer-Zone (5) eine Wärmezufuhr von aussen vorgesehen ist.

6. Gasgenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für die wahlweise Zuführung der Verbrennungsluft und die Abführung des brennbaren Gases zwei stillstehende Vorrichtungen (25, 25') in einer Vergasungskammer-Zone (5) angeordnet sind, deren Durchfluss wechselweise schaltbar ist.

7. Gasgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abdichtung zwischen den verjüngten Enden (7) des Drehrohres (1) und den Abschlusselementen (8, 9) Lamellen-Dichtungen (22) vorgesehen sind, und je eine Zwischenstufe derselben von aussen mit unter Druck stehender Sperrluft beaufschlagbar ist.

8. Gasgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehrohr (1) einen Innenmantel (24) aufweist, und der Raum (30) zwischen Drehrohr und Innenmantel von mengengesteuerter Verbrennungsluft durchströmt ist.

9. Verfahren zum Betrieb des Gasgenerators nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Generator zuzuführende Verbrennungsluft zur Kühlung des erzeugten Gases herangezogen wird.

10. Verfahren zum Betrieb des Gasgenerators nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung des Generators durch mindestens eine betriebliche Einflussgrösse gesteuert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der zugeführten Frischluft proportional zur abgeleiteten Gasmenge volumetrisch geregelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Drehrohr (1) während des Betriebes auf einem höheren als dem Verbraucherdruck gehalten wird.

13. Verfahren zum Betrieb des Gasgenerators nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil des abgeleiteten brennbaren Gases in Rezirkulation nochmals durch das Drehrohr (1) geleitet wird. 5

14. Verfahren zum Betrieb des Gasgenerators nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzielung einer veränderbaren Zusammensetzung des brennbaren Gases mindestens ein Zusatzstoff dem zu vergasenden Gut zugeführt wird, um eine entsprechende chemische Reaktion auszulösen. 10 15

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass dem zu vergasenden Gut ein Katalysator zugeführt wird. 20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

