



Einrichtungen zur Optimierung von Gas- motorenanlagen bei unterbrechungsfreier Gasartenumschaltung und Gas-Zumischbetrieb

K.-H. Pflüger, K. Stellwagen

Einrichtungen zur Optimierung von Gasmotorenanlagen bei unterbrechungsfreier Gasartenumschaltung und Gas-Zumischbetrieb

Karl-Heinz Pflüger und Karl Stellwagen

Schlagwörter: Gasmotorenbetrieb, Gasregelstrecken, kontinuierliche Brenngasumschaltung, Gas-Zumischbetrieb, Heizwertverbesserung, Brenngas-Vormischung, Flammensicherung

Die heutigen modernen Gasmotorenanlagen erfordern zunehmend periphere Einrichtungen, die u.a. einen kontinuierlichen, unterbrechungsfreien Betrieb gewährleisten. Im Hinblick auf die Energie-Ressourcen der Erde ist zudem die Ausnutzung von Schwachgasen (niederkalorige Brenngase) ein wichtiger Aspekt. Diese Schwachgase können für den Gasmotorenbetrieb durch eine entsprechende Anlagenschaltung aufbereitet und in den dezentralen Blockheizkraftwerken (BHKW), unter Zugrundelegung wirtschaftlicher Betrachtungen, eingesetzt werden. Die Einrichtungen zur Optimierung des Gasmotorenbetriebes tragen außerdem zum schadstoffarmen Betrieb der Anlage bei (TA-Luft). BHKWs erreichen durch die Verwendung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) einen hohen Wirkungsgrad und damit eine hohe Wirtschaftlichkeit.

In den letzten Jahren hat die Bedeutung der Gasmotoren als Antriebsaggregat zur Stromerzeugung in stationären Anlagen ständig zugenommen (s. Bild 1). Immerhin hat sich innerhalb eines Jahrzehnts die Anzahl der Blockheizkraftwerke [1] und die installierte Leistung in etwa verfünffacht.

Die verstärkte Anwendung bestehender Ressourcen, wie Deponie- und Klärgase [2], die zur Bereitstellung einer hohen Verfügbarkeit der Gasmotorenanlage oft gleichzeitig auch mit Erdgas betrieben werden, ist dabei ein wichtiger Aspekt. Für die Gaswirtschaft bieten sich in Hinblick auf die Stromerzeugung bei gleichzeitiger Ausnutzung der Abwärme in erster Linie diese dezentralen Blockheizkraftwerke an.

Durch die zusätzliche Ausnutzung der Abwärme (Kraft-Wärme-Kopplung, -KWK-) entstehen gegenüber herkömmlichen zentralen Kraftwerken höhere Wirkungsgrade mit entsprechend geringerem Energieeinsatz und damit verbundenem reduzierten Schadstoffausstoß, wie CO, CO₂ und NO_x.

Im Vergleich zur herkömmlichen Stromerzeugung kommen BHKWs mit KWK dabei auf eine Energieeinsparung von ca. 37% und unter der Berücksichtigung von notwen-

digen Spitzenkesseln in einer BHKW-Anlage für den direkten Systemvergleich, immerhin noch auf ca. 20% (s. Bild 2).

Der CO₂-Ausstoß wird gleichzeitig gegenüber einer getrennten Erzeugung von Strom (Kraftwerke) und Wärme (Heizwerke) um bis zu 60% reduziert [3].

Die Ausnutzung der Energien der Klär- und der Deponiegase zur Stromerzeugung bei gleichzeitiger Nutzung der Abwärme stellt gerade für Kommunen ein erhebliches wirtschaftliches Potential dar, welches durch dezentrale Blockheizkraftwerke entsprechend genutzt werden kann (s. Bild 3).

Damit die BHKWs unabhängig von solchen Gasarten eine hohe Verfügbarkeit gewährleisten können, bietet sich die zusätzliche Versorgung mit Erdgas an, das heute bei den meisten Kommunen zur Verfügung steht.

Um eine unterbrechungsfreie Versorgung der Gasmotoren mit z.B. Deponie- und/oder Erdgasen [4] zu gewährleisten, müssen daher entsprechende periphere Einrichtungen installiert werden.

Nachfolgend werden Anlagenschaltungen beschrieben, die diese unterbrechungsfreie Versorgung mit unterschiedlichen Gasarten bzw. einem Gas-Mischbetrieb (auch zur Heizwerterhöhung eingesetzt) gewährleisten. Die Einrichtungen haben sich besonders im Hinblick auf einen schad-

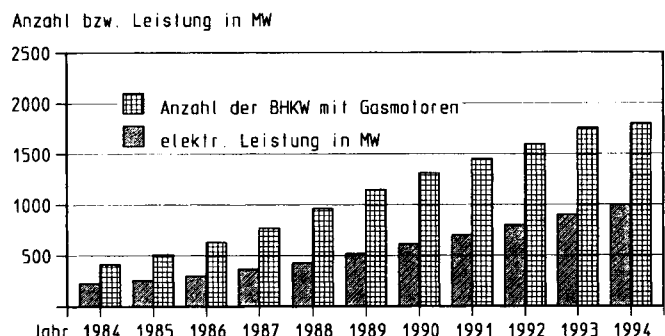


Bild 1. Blockheizkraftwerke (BHKW), Marktentwicklung.

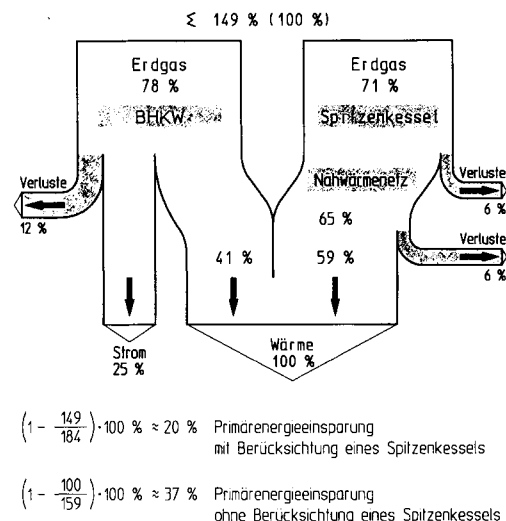


Bild 2. Energieeinsparung durch Blockheizkraftwerke.

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Pflüger, RMG Regel + Meßtechnik GmbH, und Dipl.-Ing. Karl Stellwagen, Motoren-Werke Mannheim AG.

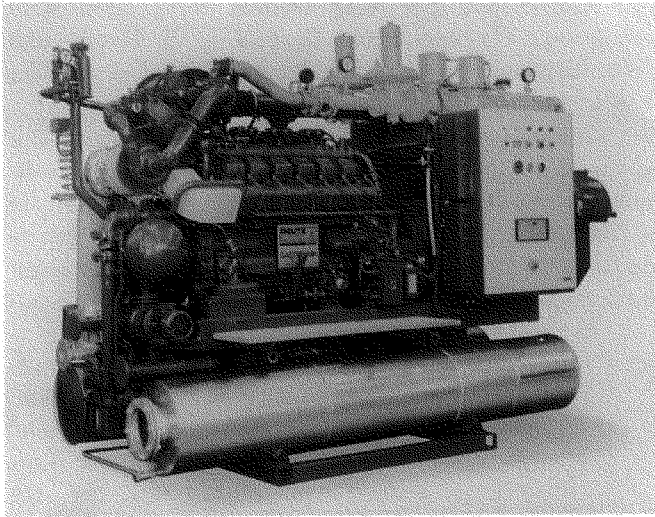


Bild 3. Gasmotor TBG 234 V12 – Kompaktmodul – für Zweigasbetrieb in Blockheizkraftwerken.

stoffarmen Abgas-Ausstoß bewährt (Einhaltung- bzw. deutlich reduzierter Schadstoffausstoß gegenüber den Vorgaben der TA-Luft). Auch wird die Ausnutzung von Brenngasen möglich, die bisher aufgrund ihrer minderen Qualität normalerweise für einen Gasmotorenbetrieb nicht geeignet waren.

Die dargestellten Einrichtungen gelten unter Berücksichtigung der durch Unterschiede im Zündverhalten gegebenen Grenzen [3; 4] auch für den Betrieb mit anderen Brenngasarten wie z.B. Kokereigas, Grubengas, Prozeßgase, Propan/Butan usw.

1. Beschreibung der eingesetzten Nulldruck-Gasdruckregelgeräte mit und ohne elektrischer Sollwertfernverstellung

Gasmotoren werden heute überwiegend aufgeladen (Turbo-Gasmotor) und mit hohem Luftüberschuß λ ($\approx 1,4$ bis $1,8$) betrieben. Die Mischung des Brenngases mit der Luft erfolgt häufig vor dem Turbolader (Gemischaufladung), bei etwa Atmosphärendruck p_{amb} (Nulldruck) mittels eines Venturi-Gasmischers.

Zur Bereitstellung des Druckes für den Gasmischer werden spezielle Nulldruck-Regelgeräte verwendet (s. *Bild 4*).

Bei der Ausführung des Nulldruck-Regelgerätes entsprechend *Bild 4* (oben) erfolgt die Sollwerteneinstellung über zwei Druckfedern. Die Druckfeder 2 hat eine Druckkraft, die unter Berücksichtigung des Gewichtes der beweglichen Innenteile einen negativen Überdruck (früher Unterdruck) erzeugt. Mittels der oberen einstellbaren Sollwertfeder (Druckfeder 1) kann der zu regelnde Ausgangsdruck p_a in einem Bereich von ca. -3 bis $+3$ mbar verstellt werden. Damit eine hohe Genauigkeit im gesamten Durchfluß- bzw. Ventilhubbereich – auch bei schwankenden Eingangsdrücken p_e – gewährleistet ist, wird das Regelgerät mit einer flexiblen Druckausgleichsmembran

ausgerüstet. Der niedrigen Reibung der beweglichen Innenteile (Stellantrieb) muß aufgrund der gestellten Anforderungen dabei besondere Aufmerksamkeit gewährt werden.

Die hohe benötigte Regelgenauigkeit (P-Grad, Proportional- oder P-Abweichung) erfordert für die beiden Druckfedern 1 und 2 kleine Federraten.

Das Nulldruck-Regelgerät kann zudem mit einem elektrischen Stellantrieb (Schritt- oder Gleichstrommotor) zur kontinuierlichen Verstellung des Ausgangsdruck-Sollwertes ausgerüstet werden. Der Aufbau erfolgt über eine Laterne mit integrierter Sollwertanzeige und Endschaltern, die i. d. R. als Näherungsinitiatoren ausgeführt sind. In der Ausführung des Nulldruck-Regelgerätes entsprechend *Bild 4* (unten), erfolgt die Sollwerteneinstellung nur über eine Druckfeder.

Im Gegensatz zu der Geräteausführung entsprechend *Bild 4* (oben), wird bei diesem Gerät der negative Überdruck von ca. -3 mbar durch das Eigengewicht der beweglichen Innenteile erzeugt. Der Stellantrieb wird dazu untenliegend angeordnet. Durch die Ausnutzung des Eigengewichtes der beweglichen Innenteile entfällt bei dieser Ausführung die zweite Druckfeder, es werden eine bessere Regelgenauigkeit und kleinere Reibungskräfte erreicht.

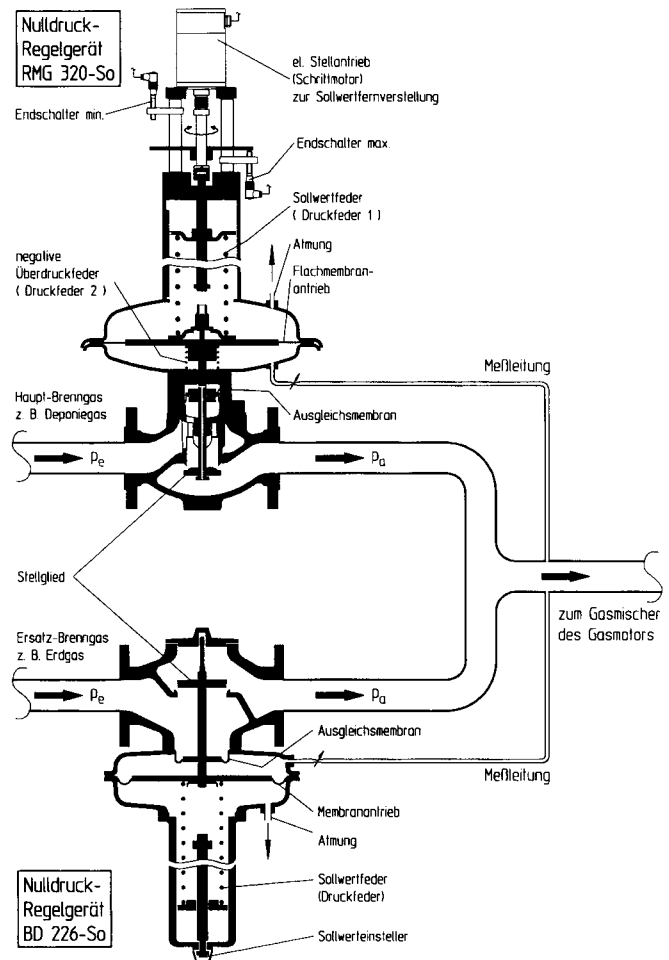


Bild 4. Nulldruck-Regelgerät RMG 320 mit elektrischem Stellantrieb zur Sollwertfernverstellung und BD 226 mit Gewichtsbelastung und Sollwertfeder.

2. Gasartenumschaltung und Gas-Zumischbetrieb, allgemein

Der Einsatz schadstoffarmer Gasmotoren für die verschiedensten Anwendungen in Verbindung mit der KWK führt immer häufiger zu der Forderung eines unterbrechungsfreien Betriebes mittels einer kontinuierlichen Gasartenumschaltung oder eines Gas-Zumischbetriebes, wenn zu wenig Brenngas oder ein zu niedriger Heizwert des Hauptbrennstoffes (z. B. Deponiegas, Klärgas etc.) vorliegt.

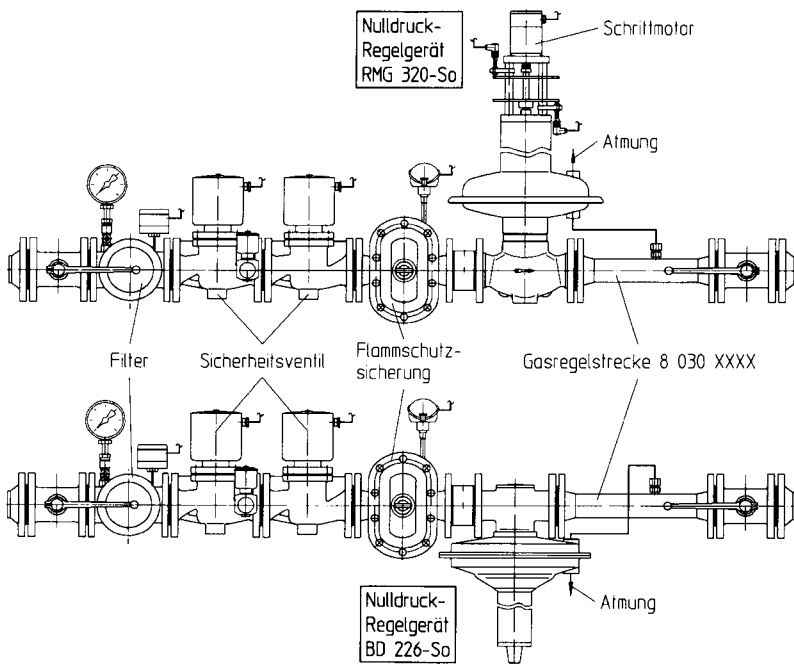


Bild 5. Nulldruck-Gasregelstrecken Typ RMG 8030 XXXX für Haupt- und Ersatz-Brenngas.

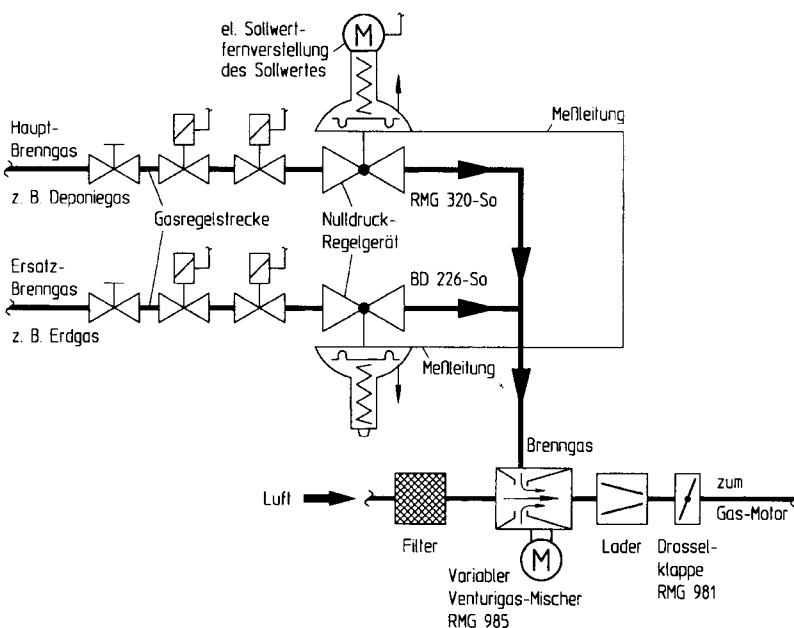


Bild 6. Schematischer Aufbau der kontinuierlichen Gasartenumschaltung und des Zumischbetriebes.

Zur Realisierung der vorgenannten Funktionen wird jeweils eine Gasregelstrecke (s. Bild 5) für Haupt- und Ersatz-Brenngas eingesetzt und entsprechend verschaltet (s. Bild 6).

Das Nulldruck-Regelgerät für das Haupt-Brenngas ist mit einem elektrischen Stellantrieb (Schrittmotor) zur Sollwertfernverstellung des Ausgangsdruckes p_a ausgerüstet (s. Bild 4). Dieser Typ Regelgerät arbeitet ohne Hilfsenergie (federbelastetes Gerät) und reagiert daher schnell auf die Laständerungen eines Gasmotors. Auf diese Last-

(Durchfluß-) Änderungen spricht das Regelgerät mit entsprechenden Ventilhubänderungen so an, daß der Ausgangsdruck weitgehend konstant gehalten wird. Der erforderliche Ventilhub erzeugt eine entsprechende Ent- oder Belastung der Sollwertfeder, die sich dann in einer bleibenden Regelabweichung, der sog. Proportional- oder P-Abweichung, äußert. Diese vom Ventilhub abhängige bleibende Regelabweichung wird üblicherweise in Kennlinien aufgetragen, die den Ausgangsdruck p_a als Funktion des Durchflusses q_n mit dem Eingangsdruck p_e als Parameter darstellen.

Die Grundkennlinie kann mittels des elektrischen Stellantriebes im Ausgangsdruck-Einstellbereich (Sollwertbereich) parallel entsprechend nach größeren bzw. kleineren Werten verschoben werden (s. Bild 7).

Dem Prinzip der kontinuierlichen Gasumschaltung und des Gas-Zumischbetriebes liegt zugrunde, daß das Nulldruck-Regelgerät des Haupt-Brenngases (Kennlinie 1) durch dessen elektrische Sollwertverstellung das Regelgerät des Ersatz-Brenngases (Kennlinie 2) kontinuierlich in und außer Betrieb nehmen kann. Die momentane Durchflusaufteilung q_{n1}/q_{n2} der beiden Gasregelstrecken während der Gasartenumschaltung, wird entsprechend der momentanen Druck-Sollwerteinstellung beider Regelgeräte vorgegeben.

Zur Darstellung dieser Verhältnisse sind die beiden Kennlinien der Nulldruck-Regelgeräte gegenseitig aufgezeichnet (s. Bild 7). Der Schnittpunkt der Ventilkennlinien zeigt für jede Betriebssituation die Aufteilung des Gesamt-Durchflusses q_n an.

3. Gasartenumschaltung

Im Gasmotorenbetrieb eines Blockheizkraftwerkes z. B., kommt es aus unterschiedlichen betriebsbedingten Gründen immer wieder zu der Notwendigkeit, von der einen auf die andere Brenngasart umzuschalten. Nachfolgend wird der Aufbau und die Funktion einer unterbrechungsfreien, kontinuierlichen Gasartenumschaltung beschrieben (s. Bilder 6 und 7).

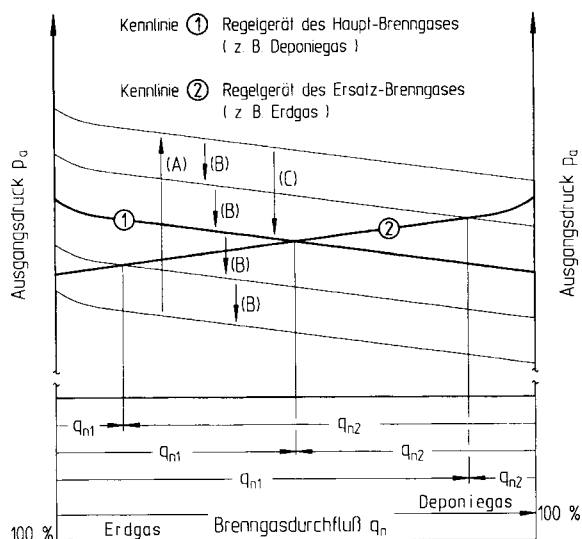


Bild 7. Kennliniendiagramm der Gasartenumschaltung und des Zuschichtbetriebes für Heizwerterhöhung.

Der Sollwert des Regelgerätes der Haupt-Gasschiene ist für den Normalbetrieb auf p_{aSoll} ca. 0 mbar eingestellt, und das Gerät ist in Betrieb. Die kontinuierliche Gasartenumschaltung erfolgt nun gemäß den Bildern 6 und 7, indem der Sollwert mittels des elektrischen Stellantriebes auf einen oberen Wert gefahren wird (s. Bild 7 (A)). Der dabei vorgegebene Ausgangsdruck (Sollwertvorgabe minus max. Regelabweichung beim Durchfluß 100%) muß größer sein als der Schließdruck p_{aSchl} des Regelgerätes des Ersatz-Brenngases, damit dieses Gerät auch bei der Zuschaltung der zugehörigen Gas-Regelstrecke über deren Sicherheitsventile geschlossen bleibt. Jetzt können diese Sicherheitsventile geöffnet werden; gleichzeitig erfolgt über das Gasmotorenmanagement-System (s. Bild 8) die Ansteuerung des Schrittmotors zur kontinuierlichen Verringerung des Ausgangsdruck-Sollwertes (s. Bild 7 (B)). Entsprechend den Schnittpunkten der Regler-Kennlinien übernimmt die Gasregelschiene des Ersatz-Brenngases nach und nach den Durchfluß bis zur 100%igen Lastübernahme. Das Regelgerät der Gasregelschiene des Haupt-Brenngases ist nun in Geschlossenstellung (Schließdruck). Das Sicherheitsventil dieser Gas-

regelschiene kann nun ohne Rückwirkungen auf die Anlagenfunktion geschlossen werden.

Der gesamte technische Ablauf der Gasartenumschaltung erfolgt mittels der Logik des Gasmotoren-Management-Systems (s. Bild 8) über die motorische Verstellung des Regelgerätes-Sollwertes. Die Geschwindigkeit der Sollwertverstellung selbst erfolgt dabei so langsam, daß alle Gasmotorenregelungen, wie z.B. Last-/Drehzahl- und Lambda-Regelkreis, ohne größere vorübergehende Regelabweichungen nachfolgen können. Damit ist gewährleistet, daß auch während der Gasarten-Umschaltphase mit einem sehr schadstoffarmen Betrieb gefahren wird. Im Gegensatz hierzu ist bei konventionellen Gasumschaltungen wegen des direkten Umschaltens der Sicherheitsventile beider Gasregelstrecken oder auch einem erforderlichen neuen Gasmotorenstart vorübergehend immer mit einem schadstoffreicheren Abgasausstoß zu rechnen.

Die Rückschaltung vom Ersatz-Brenngas auf die Haupt-Brenngasart erfolgt entsprechend.

4. Gas-Zumischbetrieb

Oftmals tritt beim Betrieb mit Schwachgasen – wie z.B. bei Deponiegasanlagen – vorübergehend eine unzureichende Förderung der Gasmenge auf, die nicht zum vollen Betrieb der Gasmotorenanlage ausreicht. Im nachfolgenden wird der Aufbau und die Funktion eines Gas-Zumischbetriebes beschrieben, bei dem die zum vollen Gasmotorenbetrieb fehlende Gasmenge mittels spezieller Gasregelstrecken und entsprechender Ansteuerungselektronik automatisch hinzugefahren wird. Der Gas-Zumischbetrieb erfolgt gemäß den Bildern 6 und 9.

Durch das Gasmotoren-Management-System wird der Schrittmotor so angesteuert, daß der Sollwert des Regelgerätes des Hauptbrenngases, welcher z.Z. in Betrieb ist, auf einen oberen Wert gefahren wird. Der dabei vorgegebene p_a -Regeldruck (Sollwertvorgabe minus max. Regelabweichung beim Durchfluß 100%) muß größer sein als der Schließdruckwert p_{aSchl} des Regelgerätes des Ersatz-Brenngases). Damit wird erreicht, daß das Regelgerät für das Haupt-Brenngas im normalen Betrieb der Anlage

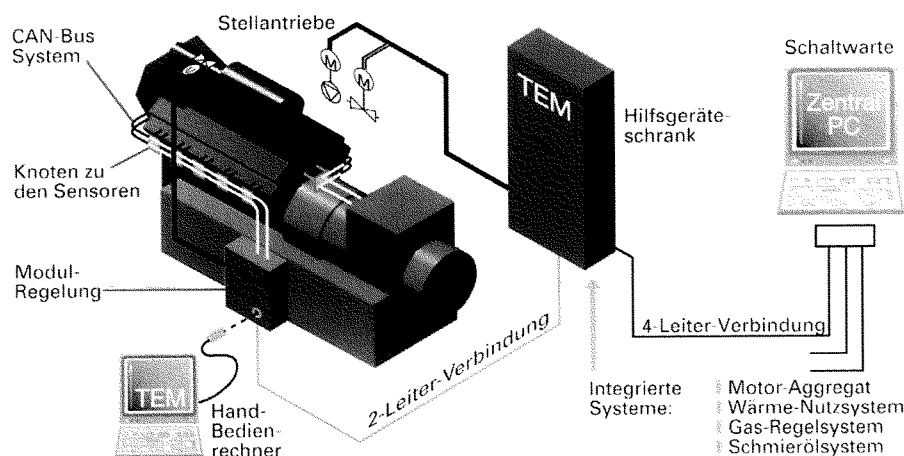


Bild 8. Gasmotoren-Management-System TEM-EVO.

grundsätzlich den für den momentanen Gasmotorenbetrieb erforderlichen Durchfluß alleine fährt. Jetzt können die Sicherheitsventile des Ersatz-Brenngases geöffnet werden, das zugehörige Regelgerät bleibt geschlossen. Alle Sicherheitsventile der beiden Gasregelstrecken bleiben für diese Betriebsart geöffnet. Sollte das Haupt-Brenngas, z.B. bei einer Deponie, vorübergehend nicht für den Gasmotorenbetrieb ausreichen, fällt der Eingangsdruck zum Nulldruck-Regelgerät ab. Das Regelgerät versucht zunächst, durch Öffnen des Stellgliedes den Ausgangsdruck p_a weiterhin konstant zu halten. Wenn

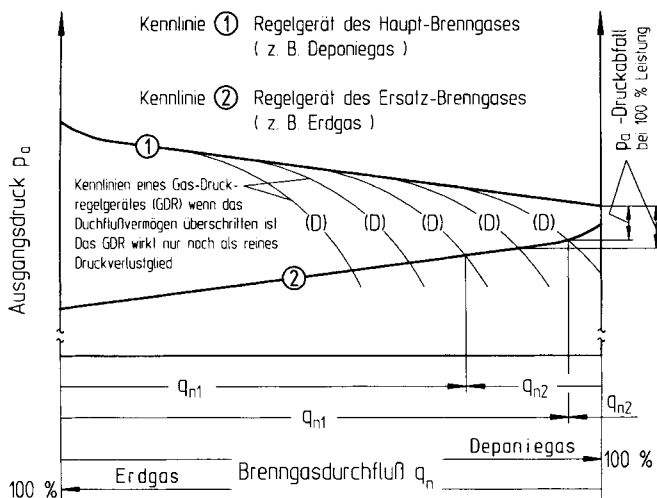


Bild 9. Kennliniendiagramm des Zumischbetriebes.

die volle Öffnung des Stellgliedes und damit das Leistungsvermögen des Gerätes erreicht ist, fällt der Ausgangsdruck p_a (s. Bild 9 (D)) ab, bis das Nulldruck-Regelgerät des Ersatz-Brenngases anspricht und die Druckregelung und damit den fehlenden Durchfluß automatisch übernimmt.

Anmerkung: Wenn das Durchflußvermögen des Nulldruck-Regelgerätes überschritten wird, öffnet das Stellglied bis zum mechanischen Anschlag; es wirkt jetzt nur noch als quadratisches Druckverlustglied ($\Delta p = f(q_n^2)$).

5. Gas-Zumischbetrieb bei zu geringem Heizwert H_u

Der Gas-Zumischbetrieb kann ebenfalls immer dann eingesetzt werden, wenn der Heizwert eines Haupt-Brenngases (z.B. Deponiegas) vorübergehend einen zu geringen Wert hat. Mittels des Gasmotoren Management-Systemes erfolgt der Gas-Zumischbetrieb, sobald der Heizwert des Haupt-Brenngases den für den Gasmotorenbetrieb erforderlichen Grenzwert erreicht hat.

Im nachfolgenden wird der Aufbau und die Funktion beschrieben.

Für den Gas-Zumischbetrieb bei zu geringem Heizwert des Brenngases wird grundsätzlich das gleiche Verfahren wie bei der Gasartenumschaltung verwendet (s. Bilder 6 und 7). In der Funktion der Zumischschaltung zur Heizwerterhöhung erfolgt jedoch die elektrische Schrittmotoren-Verstellung des Regelgerätes für das Haupt-Brenngas nur so weit, wie es unter Berücksichtigung des mindesterforderlichen Heizwertes zur Aufrechterhaltung des Gasmotorenbetriebes notwendigerweise durch Durchflußeinspeisung an hochkalorigen Ersatz-Brenngas erforderlich ist. Der Schnittpunkt der beiden Kennlinien legt dabei die Aufteilung des erforderlichen Durchflusses für das Haupt-Brenngas q_{n1} und Ersatz-Brenngas fest q_{n2} (s. Bild 7 (C)). Die Sicherheitsventile beider Gasregelstrecken bleiben für diese Funktion geöffnet.

Laständerungen des Gasmotors bewirken entsprechende Durchflußänderungen. Es verschiebt sich dadurch der

Kennlinien-Schnittpunkt und damit die Durchflusaufteilung q_{n1}/q_{n2} . Bei größeren Laständerungen wird daher über das Gasmotoren-Management-System (s. Bild 8) analog automatisch der Sollwert des Nulldruck-Regelgerätes so nachgefahren, daß die Durchflusaufteilung q_{n1}/q_{n2} konstant bleibt.

Zu beachten ist, daß anlagenspezifisch der Kleinlastbereich (Schwingungen des Ausgangsdruck-Istwertes) der Nulldruck-Gasdruckregelgeräte unter den Betriebsbedingungen der Anlage ermittelt werden muß, um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten. Damit das Nulldruck-Gasdruckregelgerät des Ersatz-Brenngases grundsätzlich außerhalb des zu Schwingungen neigenden Kleinlast- oder Schließdruckbereiches arbeitet, können u. a. nachfolgende Möglichkeiten angewendet werden:

Sobald der Gas-Zumischbetrieb entsprechend einem Heizwert X beginnen soll, wird bei Heizwert-Regelkreisen ein höherer Heizwert $X + \Delta x$ vorgegeben, oder aber der elektrische Stellantrieb (Schrittmotor) verfährt mittels des Gasmotoren-Management-Systemes über eine vorgegebene Schrittzahl den Ausgangsdruck-Sollwert so, daß das in Betrieb gehende Regelgerät für das hochkalorige Ersatz-Brenngas sofort Betriebsstellungen anfährt, die im stabilen Arbeitsbereich liegen.

Der Vorgang der Gas-Zumischschaltung kann durch Einbindung eines Gasqualitätsmeßgerätes (Heizwertgeber, Kalorimeter) und elektronischer Regelkreise weiter automatisiert werden, so daß vom Bedienungspersonal keine oder nur geringe Eingriffe notwendig sind.

Bei allen vorgenannten Schaltungen sind die für die Funktion notwendigen Ausgangsdruckänderungen so klein und so zeitbehaftet, daß die nachgeschalteten Einheiten wie Gasmischer sowie Last-/Drehzahl- und Lambda-Regelkreise sie für ihre Aufgabenstellungen leicht kompensieren können.

Zu beachten ist, daß bei allen beschriebenen Schaltungen in Anlagen, bei denen Flammensicherungen vorgeschrieben werden, diese in beiden Gasregelstrecken zu installieren sind.

6. Gasverwertung von niederkalorigen Brenngasen mit für einen Gasmotorenbetrieb unzureichendem Heizwert durch eine Brenngas-Vormischung (Gasqualitätsanreicherung)

Zur technischen Ausnutzung von Schwachgasen, die bisher wegen eines zu niedrigen Heizwertes für einen Gasmotorenbetrieb nicht oder nur bedingt eingesetzt werden konnten, bietet sich die Methode der Brenngas-Vormischung an. Dabei wird durch Zumischung eines hochkalorigen Brenngases – wie z. B. Erdgas – der Heizwert so weit erhöht, daß ein ordnungsgemäßer Gasmotorenbetrieb gewährleistet ist.

Auf die für den Gasmotorenbetrieb ebenfalls zu beachtende Methanzahl MZ wird hier nicht eingegangen (s. hierzu u. a. ASUE-Veröffentlichungen [3]).

Durch den Brenngas-Mischbetrieb kann die Verfügbarkeit einer Anlage (z.B. Deponie-, Klärgasanlage) wesentlich verbessert bzw. überhaupt erst ermöglicht werden. Gleichzeitig wird die Nutzungszeit erhöht. Eine Deponie kann z.B. wesentlich wirtschaftlicher ausbeutet werden (Nutzungsgrad der Anlage), gleichzeitig wird der Verfügungszeitraum gestreckt.

Im nachfolgenden werden der technische Aufbau (s. Bild 10) und die Funktion einer Versorgungssicherheit für Gasmotoren mit Haupt- oder Ersatz- sowie Misch-Brenngasbetrieb, unter Verwendung eines Venturi-Gasmischersystems und einem Δp -Ventil, beschrieben (s. Bild 11).

Der normale Betrieb erfolgt wie gewöhnlich über einen Venturi-Gasmischer am Gasmotor. Dieser Gasmischer erhält das Brenngas je nach den momentanen Anforderungen der Anlage von verschiedenen vorgelagerten Komponenten.

6.1 Betrieb mit Haupt-Brenngas

Wenn genügend Haupt-Brenngas und auch ein ausreichender Heizwert vorhanden ist, erfolgt die Versorgung direkt über die Vor- und Nulldruck-Gasregelstrecken des Haupt-Brenngases mit dem dazwischenliegenden Venturi-Vormischer, der in dieser Betriebsart jedoch außer Funktion ist. Der Betrieb über die Regelstrecken und der Bypass-Regelstrecke des Ersatz-Brenngases ist dabei gesperrt.

6.2 Betrieb mit Ersatz-Brenngas

Wird der ausschl. Betrieb mit dem Ersatz-Brenngas erforderlich, dann erfolgt die alleinige Zuschaltung der entsprechenden Gasregelstrecken auf den Venturi-Gasmischer am Gasmotor.

6.3 Betrieb mit Misch-Brenngas

Ist in der Anlage ein Mischbetrieb erforderlich, weil nicht genügend Haupt-Brenngas vorhanden ist oder der Heizwert des Haupt-Brenngases durch Zumischung eines hochkalorigen Brenngases verbessert werden muß, so werden die zugehörigen Gasregelstrecken und die Bypass-Regelstrecke gleichzeitig dem Venturi-Gasmischer zugeschaltet. Das Gleichdruck-Regelgerät in der Bypass-Regelstrecke stellt dabei am Eingang des Δp -Ventiles einen Druck zur Verfügung, der jederzeit dem Druck am Haupt-Brenngaseingang am Venturigasmischer entspricht. Die während des Betriebes jeweils zuzuführende Gasmenge des Ersatz-Brenngases wird über den elektrischen Antrieb des Δp -Ventiles vorgegeben. Der hierbei eingesetzte Gasmischertyp arbeitet aufgrund des verwendeten Venturi-Systemes in seinem Arbeitsbereich mit einem weitgehend konstanten Durchflußverhältnis der Gasströme.

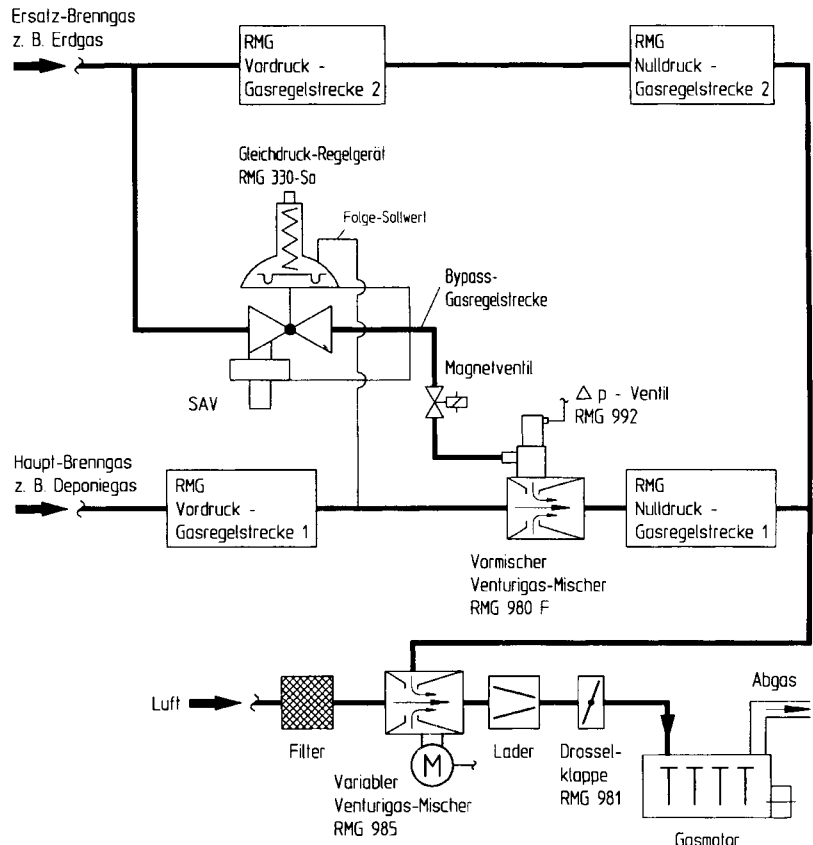


Bild 10. Schematischer Aufbau eines Brenngas-Vormischsystems zur Erhöhung der Gasqualität eines Schwachgases.

Kennzeichnend für das eingesetzte Venturisystem ist die schnelle Ansprechzeit bei Laständerungen (gesteuerte Größe). Eventuell notwendige Feinkorrekturen oder Veränderungen des Durchflußverhältnisses selbst erfolgen ausschl. über das vorgeschaltete Δp -Ventil und das Management-System des Gasmotors.

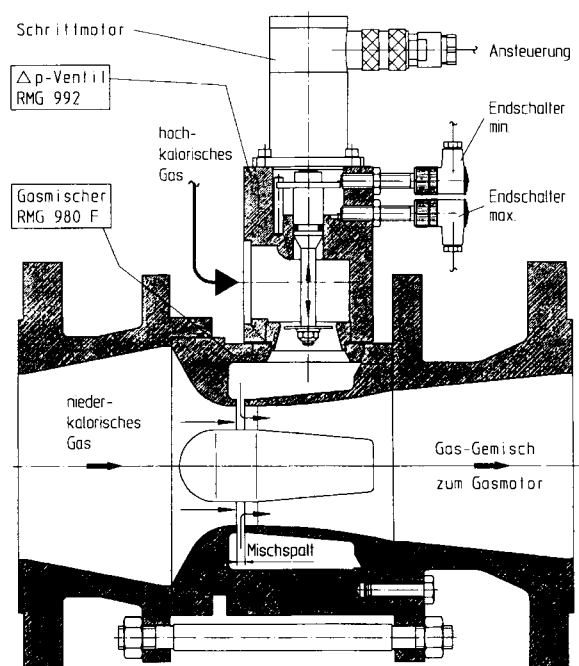


Bild 11. Venturi-Gasmischer RMG 980 mit Δp -Ventil RMG 992.

7. Zusammenfassung

Gasmotorenanlagen werden heute zunehmend durch eine entsprechende Ausführung der Peripherie für den kontinuierlichen Betrieb, auch bei wechselnden Gasarten, gerade auch im Hinblick auf die Einhaltung der TA-Luft, konzipiert. Mit der Einrichtung „Gasartenumschaltung“ ist ein optimaler unterbrechungsfreier, kontinuierlicher Gasmotorenbetrieb gewährleistet. Mittels dem Gas-Zumischbetrieb kann die Verwendung von z.B. Deponiegas (Schwachgas) auch dann noch gewährleistet werden, wenn eine Deponieanlage vorübergehend nur noch eine reduzierte Gasmenge zur Verfügung stellen kann. Durch einen modifizierten Gas-Zumischbetrieb ist ebenfalls noch der Einsatz eines Schwachgases möglich, wenn dessen Heizwert vorübergehend unter den für den ordnungsgemäßen Gasmotorenbetrieb notwendigen Wert gefallen ist.

Mit den Aufbauten wird ein hoher Nutzungsgrad des Schwachgases erreicht bei gleichzeitig schadstoffarmen Abgaswerten, die deutlich unter den Grenzwerten der TA-Luft liegen. Das System zur Brenngas-Vormischung erfüllt durch Zumischung eines hochkalorigen Brenngases die technische Voraussetzung zur Nutzung eines Schwachgases, welches generell einen zu geringen Heizwert H_u hat. Alle vorgenannten Einrichtungen werden heute über moderne Gasmotoren-Management-Systeme angesteuert. Die Management-Systeme verfügen i. d. R. auch über

Modem-Verbindungen, die eine Ferndiagnose des Anlagenzustandes einschl. Prüfung von Vergangenheitswerten oder bei bestimmten Parametern auch direkte Eingriffe ermöglichen (Remote-Control).

Insgesamt können Gasmotorenanlagen mittels der beschriebenen Einrichtungen wesentlich wirtschaftlicher und umweltfreundlicher betrieben werden. Für manche niederkalorigen Gasarten wird durch die beschriebenen Einrichtungen überhaupt erst die technische Voraussetzung zur Nutzung geschaffen. Bei Deponiegasen z.B. kann des weiteren der Verfügungszeitraum entsprechend den Anlagenanforderungen und der Wirtschaftlichkeit gestreckt werden.

Alle beschriebenen Schaltungen sind in Gasmotorenanlagen installiert und haben sich sehr gut bewährt.

Literatur

- [1] Vorläufige Prüfgrundlage des DVGW VP 109 „Anschlußfertige Blockheizkraftwerke“. Hrsg. v. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. Aug. April 1995.
- [2] Baas, H.: Einsatz von Deponie- und Klärgasen in Blockheizkraftwerken. VDI-Bericht Nr. 887, 1991.
- [3] ASUE (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.); Veröffentlichungen und -Schriftenreihen, Hrsg. v. Verlag Rationeller Erdgaseinsatz, Hamburg.
- [4] DVGW-Arbeitsblatt G 262 E: Nutzung von Deponie- und Klärgasen. Hrsg. v. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. Aug. Januar 1989.