

wie normal, vorher im Versuchsprotokoll bzw. bei Vertragsabschluß festgelegt werden.

Das mechanische Wärmeäquivalent entspricht dem Werte 427 mkg = 1 WE und 1 PS-Stde. dem Werte 632 WE.

Bei Druckangaben ist die nähere Bezeichnung, ob Über-, Unter- oder absoluter Druck gemeint ist, beizufügen.

Mit Heizwert ist die bei vollständiger Verbrennung des Brennstoffes und Abkühlung der Verbrennungserzeugnisse auf die anfängliche Raumtemperatur unter konstantem Druck frei werdende Wärmemenge zu verstehen; hierbei besteht die Annahme, daß das Verbrennungswasser und die Brennstofffeuchtigkeit dampfförmig bleiben. Der Heizwert bezieht sich auf die Wärmeeinheiten der anfänglichen Brennstoffmenge ohne Asche-, Feuchtigkeit- und sonstige Abzüge. Der Heizwert gasförmigen Brennstoffes bzw. der „effektive“ Heizwert bezieht sich auf 1 cbm bei 0° und 760 mm Barometerstand bzw. auf 1 cbm des tatsächlich vorhandenen Gases.

Der Wirkungsgrad einer Gasgeneratoranlage stellt sich dar als das Verhältnis der chemisch gebundenen Wärmemenge des erzeugten Gases zu der Verbrennungswärme der gesamten verbrauchten Brennstoffmenge. Bei Vorhandensein eines Dampfkessels ist das Verhältnis der chemisch gebundenen Wärmemenge des erzeugten Gases zu dem Heizwert des nur im Generator hierzu aufgewendeten Brennstoffes zu ermitteln.

## 2. Gang der Untersuchung.

Brennstoff- und Gasverbrauch. Bei Versuchen über den Gasverbrauch oder den Brennstoffverbrauch sind alle erforderlichen Leitungen mittels Blindflansche von den Versuchsleitungen abzuschalten. Alle Undichtigkeiten an Versuchsleitungen, Gasbehältern u. a. sind tunlichst zu beheben oder die hierdurch entstehenden Verluste zu ermitteln und zu berücksichtigen. Alle Konstruktions- und Betriebsdaten der Gasgeneratoranlage müssen im Versuchsprotokoll vollständig angegeben und ev. durch Zeichnungen genau ergänzt werden.

Die Gasgeneratoranlage ist vor der Prüfung in ordnungsmäßigen Zustand zu versetzen.

Die während des Versuches nachgefüllte Brennstoffmenge wird auf einer genauen Wage abgewogen. Am Schluß des Versuches muß der Generator dieselbe Füllung wie bei Beginn des Versuches haben; dieses bezieht sich nicht nur auf die Schütthöhe, sondern auch auf die Aschen- und Schlackenmenge, die Glühzonenlage, die Hohlraumbildung, die Dichte der Füllung und die chemische Beschaffenheit der in Verbrennung befindlichen Brennstoffteile. Um diesen Anforderungen zu genügen, sind folgende Bedingungen einzuhalten:

a) Die Anlage muß sich bei Anfang des Versuches im Beharrungszustande befinden; dieselbe muß mehrere Tage vor dem Versuch mit

demselben Brennstoff, derselben Korngröße, derselben Schütthöhe, unter gleichen Bedienungsverhältnissen bezüglich des Nachfüllens und des Abschlackens und mit gleicher Beanspruchung wie während des Versuches betrieben werden.

b) Als Norm bei dem Versuch gelten die Bedienungsvorschriften. Wie bereits erwähnt, muß die Schütthöhe zu Anfang und am Schlusse des Versuches gleich sein und tunlichst gleich erhalten bleiben während des Versuches. Etwa  $\frac{1}{2}$  Stde. vor Anfang und Schluß des Versuches erfolgt die Abschlackung. Kann während des Betriebes nicht abgeschlackt werden, so ist die Anlage am Schluß des Versuches direkt still zu stellen, der Generator abzuschlacken und nachzufüllen bis zur Schütthöhe wie zu Beginn des Versuches. Diese nachgefüllte Kohlenmenge gilt als Verbrauch und ist zu der schon verwendeten Kohlenmenge zu addieren.

c) Der verwendete Brennstoff und der während des Abschlackens unverbrauchte und noch nutzbare, oberhalb des Rostes herausgefallene Brennstoff, sowie derjenige, welcher noch in der Asche vorhanden ist, wird gewogen. Der oberhalb des Rostes herausgefallene Brennstoff ist von der Gesamtbrennstoffmenge in Abzug zu bringen, wohingegen der in der Asche noch vorhandene Brennstoff und der Kohlenstaub innerhalb der Reiniger und Leitungen hinter dem Generator nicht abgezogen werden darf.

d) Der Aschenfall ist vor Beginn des Versuches zu entleeren, damit später die während des Versuches sich bildende Aschen- und Schlackenmenge festgestellt werden kann. Bei Schrägrostfeuerungen, woselbst die Entleerung nicht erfolgen kann, sind die Rückstände im Aschenfall vor Beginn und nach Schluß des Versuches abzugleichen.

e) Die Ermittlung des Abbrandes während der Betriebspausen muß erfolgen.

f) Von jeder Kohlenzufuhr wird behufs späterer Untersuchung eine Probe in luftdicht verschlossenen Gläsern oder verlöteten Blechdosen aufbewahrt; aus dem Gesamtmaterial nimmt man dann eine Durchschnittprobe, wobei man am besten folgendermaßen verfährt. Das zerkleinerte Brennmaterial wird quadratisch ausgebreitet und durch Diagonallinien in vier Teile geteilt. Zwei gegenüberliegende Teile werden fortgenommen und die beiden anderen Teile in gleicher Weise wie zuvor behandelt; diese Anordnung wird so oft wiederholt, bis eine Probenmenge von etwa 5 bis 10 kg übrig bleibt, welche dann zur chemischen Untersuchung gelangt. Zur Ermittlung der Feuchtigkeit sind während des Versuches einige Proben ebenfalls in luftdicht abgeschlossenen Gefäßen aufzubewahren.

g) Der Gehalt des Brennmaterials an Asche, hygroskopischem Wasser, Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel wird durch chemische Analyse ermittelt. Ist in 1 kg Kohlenmaterial  $C$  kg Kohlenstoff,  $H$  kg Wasserstoff,  $S$  kg Schwefel,  $O$  kg Sauerstoff und  $W$  kg Wasser

enthalten, so kann die Berechnung des Heizwertes nach der Annäherungsformel:

$$(1) \dots 8100 C + 29000 \left( H - \frac{O}{8} \right) + 2500 S - 600 W \text{ WE (Kal.)}$$

erfolgen. Da die kalorimetrische Methode genauer ist, so ist dieselbe in erster Linie zu empfehlen. Siehe hierzu S. 6 u. 7, sub II., 1c.

h) Während der Prüfung sind häufig Gasproben für die chemische Analyse zu entnehmen und in zugeschmolzenen Gasröhren bis zur Prüfung aufzubewahren. Die Analyse soll Aufschluß über den Gehalt an Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasserstoff, Methan, schweren Kohlenwasserstoffen, Sauerstoff und Schwefel geben. Der Schwefelgehalt ist in Gramm pro Kubikmeter, während die anderen Werte in Volumprozenten anzugeben sind. Zwischen Reinigungsanlage und Maschine sind die Gasproben zu entnehmen.

Die chemische Analyse gibt Aufschluß über den Heizwert der Gase in Wärmeeinheiten, welche keine schweren Kohlenwasserstoffe enthalten, durch die Formel:

$$(2) \dots \dots \dots 30,5(\text{CO}) + 25,7(\text{H}_2) + 85,1(\text{CH}_4);$$

hier bedeutet CO Kohlensäure und CH<sub>4</sub> Methan.

Diese Heizwertmethode ist nur anzuwenden, wenn die kalorimetrische nicht durchführbar ist.

Der kalorimetrische Heizwert des Gases soll häufig ermittelt werden. Der betreffende Kalorimeterbrenner muß tunlichst dauernd von der Gasleitung gespeist werden; durch eine Gaspumpe, welche aus der Leitung saugt, kann dieses bei Sauggasanlagen erfolgen. Gasbehälter, Saugpumpe und Leitungen sind bei kalorimetrischen Sauggasmessungen sehr gut zu dichten. Die Gasuhr des Kalorimeters und die Thermometer, welche die Kalorimeterwassertemperatur angeben, müssen geeicht sein; bei letzteren müssen außerdem noch  $\frac{1}{10}^\circ$  ablesbar sein. Falls man genötigt ist, bei abgestelltem Kalorimeter eine Gasprobe zu entnehmen, welche erst später unter Überdruck steht und im Kalorimeter verbrannt wird, so müssen im Minimum 300 Liter Gas entnommen werden, damit das Kalorimeter alsbald in den Beharrungszustand kommt und noch je etwa 100 Liter für zwei Heizwertbestimmungen vorhanden sind.

Die Gasmenge wird durch Gasglocke oder -uhr ermittelt. Die Gasglockenquerschnittsfläche ist an mehreren Punkten zu bestimmen. Die Gasmessungen sind nicht vorzunehmen, falls die Gasglocke von der Sonne beschienen wird. Die geeichte Gasuhr ist mit Hilfe der Wasserwaage aufzustellen und dermaßen zu füllen, daß der Wasserstand entsprechend der Normalfüllung beim Eichen ist. Durch Druckregler oder großen Saugraum zwischen Maschine und Gasuhr sind die Druckschwankungen tunlichst auszugleichen. In angemessenen Intervallen ist die Stellung der Gasglocke oder der Gasuhrstand, der Druck in Gasglocke oder Gasuhr, die Gastemperatur bei Ein- und Austritt aus dem Gas-

messer oder der -glocke und vor der Maschine, sowie der Barometerstand zu notieren.

Falls die Gastemperatur bei der Messung von derjenigen bei der Heizwertbestimmung differiert, so ist auch die Volumvergrößerung durch den größeren Gasfeuchtigkeitsgehalt bei höherer Temperatur mit in Anrechnung zu bringen.

Da der Brennstoffverbrauch bei starker Schmierung des Zylinders besonders für kleine Typen von Einfluß ist, so ist die Ermittlung des Schmieröls für den Arbeitszylinder während der Prüfung geboten.

Bei doppeltwirkenden, Zwillings- oder Tandemaschinen darf die Absperrung der Zylinderseiten bei geringen Belastungen nur erfolgen, wenn dieses durch die Maschine selbst automatisch vor sich geht, da sonst der zu messende Gasverbrauch nicht dem wirklichen Betriebe der Maschine entspricht.

Der ev. vorkommende flüssige Brennstoff wird durch Raummessung oder Wägung ermittelt. Die Zusammensetzung, das spezifische Gewicht und der Heizwert des Brennstoffes wird an einer Durchschnittsprobe, welche während der Prüfung entnommen ist, festgestellt. Für die Untersuchungen gelten die Regeln für Leistungsversuche an Gasmaschinen und Gaserzeugern, welche von dem Verein Deutscher Ingenieure, dem Verein Deutscher Maschinenbauanstalten und dem Verband von Großgasmaschinenfabrikanten aufgestellt sind; obige Ausführungen sind diesen „Regeln“ zum größten Teil entnommen und alle Hauptmomente dieser „Regeln“ berücksichtigt worden.

### 3. Allgemeine Versuchsbedingungen für eine Verbrennungskraftmaschine <sup>1)</sup>.

Die Verbrennungskraftmaschine ist zu untersuchen:

1. Auf die indizierte und effektive Leistung.
2. Auf den mechanischen Nutzeffekt.
3. Auf den Brennstoff- und Wärmeverbrauch pro PS<sub>e</sub>-Stde.
4. Auf den Schmierölverbrauch
  - a) für den Zylinder,
  - b) für die Maschine.
5. Auf den Wasserverbrauch und die Wärmemenge, welche im Kühlwasser abgeführt wird.
6. Auf Tourenschwankungen bei normaler und variabler Belastung.
7. Abgaszusammensetzung.

---

<sup>1)</sup> Siehe hierzu und zum folgenden Abschnitt die „Regeln für Leistungsversuche an Gasmaschinen und Gaserzeugern“, welche vom V. D. I., dem V. D. Maschinenbauanstalten und dem Verband von Großgasmaschinenfabrikanten aufgestellt sind; obige Ausführungen sind diesen „Regeln“ zum größten Teil entnommen.