

Heizkessel

Regeln für die heiztechnische Prüfung

DIN
4702
Teil 2

Central heating boilers; test code

Ersatz für Ausgabe 12.67

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	1
2 Prüfgrundlagen	1
3 Meßgeräte und Meßverfahren	4
4 Versuche	7
5 Auswertung der Versuche	9
6 Prüfbericht	14
7 Verwendete Formelzeichen	15

1 Anwendungsbereich

Die Prüfregeln gelten für die heiztechnische Prüfung von Heizkesseln (im folgenden Kessel genannt) für den Betrieb mit und ohne Abgaskondensation, für Heizkessel, welche die Bedingungen für schnelle Regelbarkeit nach DIN 4751 Teil 2 erfüllen und für die Kombination Kessel/Wassererwärmer, für die in der Normenreihe DIN 4702 Anforderungen festgelegt sind.

Die Regeln enthalten Bestimmungen und Empfehlungen für die Durchführung und Auswertung der Versuche zur Prüfung der Kessel sowie Angaben über die technischen Bedingungen, unter denen die Versuche stattfinden müssen.

2 Prüfgrundlagen

2.1 Wahl des zu prüfenden Kessels und seines Zubehörs

Auswahl und Ausrüstung der zu prüfenden Kessel sind nach DIN 4702 Teil 1/03.90, Abschnitt 4.2 sowie DIN 4702 Teil 4 vorzunehmen; für Kessel nach DIN 4702 Teil 3 und Teil 6, gilt diese Norm zur Ermittlung der Leistungen und Wirkungsgrade.

Bei Kesseln sind gegebenenfalls die vom Hersteller serienmäßig mitgelieferten bzw. von ihm empfohlenen Einbauten und das Zubehör nach Anweisung des Herstellers zu verwenden.

Für die Typ- und Typnachprüfung ist bei Öl- und gasbeheizten Kesseln ein baumustergeprüfter Brenner, der auf

die Kesselart (Feuerraumgröße, Druckverhältnisse usw.) abgestimmt sein muß, zu verwenden.

Bei Kesseln, die für Öl- und Gasgebläsebrenner gleichermaßen geeignet sind, wird eine Prüfung mit dem Brennstoff Öl und ein Referenzversuch mit dem Brennstoff Gas durchgeführt.

2.2 Bestimmung der Wärmeleistung und des Kesselwirkungsgrades

2.2.1 Verfahren der Wärmeleistungsmessung

Die an den Wärmeträger (Wasser bzw. Dampf) nutzbar abgegebene Wärmemenge wird gemessen. Sie kann unmittelbar am Kessel oder mittelbar an einem Wärmeaustauscher bestimmt werden.

2.2.1.1 Wärmeleistungsmessung unmittelbar am Kessel

Bei Warmwassererzeugern wird die an das Heizwasser nutzbar abgegebene Wärmeleistung durch Messung des in den Kesselkreislauf eingespeisten Kaltwasser-Massenstromes und der Temperaturerhöhung auf Vorlauftemperatur oder durch Messung des im Kesselkreislauf umgewälzten Wasser-Massenstromes und der Temperaturdifferenz ermittelt.

Bei Dampferzeugern wird die übertragene Wärmeleistung durch Messung des eingespeisten Wasser-Massenstromes oder des anfallenden Kondensatmassenstromes sowie des Dampfdruckes, der Dampftemperatur und der Speisewassertemperatur bestimmt. Für das einwandfreie Abscheiden von im Dampf mitgerissenen Wassertröpfchen ist zu sorgen (siehe Abschnitt 2.4.4).

Fortsetzung Seite 2 bis 26

Normenausschuß Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

2.2.1.2 Wärmeleistungsmessung mittelbar an einem Wärmeaustauscher

Das Verfahren ist gleichermaßen bei Wasser- und Dampferzeugern anwendbar. Die vom Kessel gelieferte Wärmeleistung wird in einem Wärmeaustauscher an Kühlwasser übertragen. Die Wärmeleistung wird aus dem Massenstrom und der Temperaturerhöhung des Kühlwassers ermittelt. Die Wärmeverluste der gut zu isolierenden Verbindungsleitungen zwischen Kessel und Wärmeaustauscher und die des Wärmeaustauschers selbst sind entweder durch Vorversuche zu bestimmen oder zu berechnen (siehe Abschnitt 2.4.2).

Die Nutzwärmeleistung ist dann die Summe der beiden vorgenannten Wärmeleistungen.

2.2.2 Bestimmung der Nenn-Wärmeleistung

Die Prüfung ist bei 100 bis 110 % der Nenn-Wärmeleistung durchzuführen. Dabei müssen die für die Nenn-Wärmeleistung geltenden Anforderungen nach DIN 4702 Teil 1 erfüllt sein. Wird bei diesem Versuch eine der Anforderungen nicht erfüllt, so muß ein zweiter Versuch mit 90 bis 100 % der Nenn-Wärmeleistung durchgeführt werden. Die Werte für die Nenn-Wärmeleistung sind durch lineare Interpolation aus den Ergebnissen der beiden Prüfungen zu ermitteln.

2.2.3 Bestimmung des Kesselwirkungsgrades

2.2.3.1 Direkte Methode

Ermittlung der während der Versuchszeit vom Wärmeträger (Wasser oder Dampf) abgeführten Wärmeleistung und der während der gleichen Zeit mit dem Brennstoff und gegebenenfalls der Luft zugeführten Wärmeleistung.

Die direkte Methode ist zu bevorzugen; sie ermöglicht zusätzlich über die Wärmeleistungsbilanz eine Kontrolle der Versuchsgenauigkeit. Die übrigen Verlustglieder sollen auch ermittelt werden.

2.2.3.2 Indirekte Methode

Ermittlung aller Verlustglieder der Wärmeleistungsbilanz.

2.2.3.3 Bezug auf den Heizwert

Der Wirkungsgrad wird auf den unteren Heizwert H_u bezogen. Bei den Berechnungen ist die Lufttemperatur in der Nähe der Verbrennungsluftansaugung außerhalb des Gerätes (bei gekapselten Brennern bei Eintritt in die Kapselung) zugrunde zu legen.

2.3 Versuchsbedingungen

2.3.1 Zustand des Kessels

Der Kessel ist in dem Zustand und in der Ausstattung zu prüfen, die der üblichen Lieferungsform und Betriebsweise entspricht. Zusätzliche Wärmedämmung von wasser-, dampf-, abgas- oder feuerberührten Teilen ist unzulässig. Prüfungen mit festen Brennstoffen sind mit dem vom Hersteller mitgelieferten oder empfohlenen Leistungsregler (Feuerungsregler) durchzuführen.

Vorhandene Reinigungsöffnungen sind nach den Anweisungen des Herstellers mit den mitgelieferten Verschlüssen (z. B. Putzdeckeln) abzudichten.

Bei Bestimmung der Leistung eines Kessels mit eingebautem Brauchwassererwärmer (Speicher- oder Durchlaufprinzip) darf aus dem Kessel kein Brauchwasser entnommen werden. Die Leistung wird allein über den Heizungskreislauf bestimmt.

2.3.2 Temperatur und Druck

2.3.2.1 Kessel mit dem Wärmeträger Wasser

Bei den Nennleistungsversuchen an Kesseln mit dem Wärmeträger Wasser muß während des Versuches die Vor-

lauftemperatur in ihrem Mittelwert zwischen 80 und 90 °C liegen, wobei die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf zwischen 10 und 25 K liegen muß.

Eine Übertemperatur von

$$\frac{t_V + t_R}{2} - t_L \geq 50 \text{ K}$$

muß eingehalten werden.

Bei Versuchen mit festen Brennstoffen ist der Maximalwert der Vorlauftemperatur entsprechend der Leistungscharakteristik während der Abbrandperiode zu berücksichtigen.

Für Kessel, die auch für niedrigere Vorlauftemperaturen bestimmt sind, ist ein zweiter Versuch mit

$$\frac{t_V + t_R}{2} - t_L \geq 30 \text{ K}$$
 durchzuführen,

wobei $t_V - t_R = (10 \pm 2) \text{ K}$ sein soll.

2.3.2.2 Kessel mit dem Wärmeträger Dampf

Bei den Nennleistungsversuchen an Dampferzeugern soll ein Dampfüberdruck zwischen 0,5 bis 1,0 bar eingehalten werden.

Das Kondensat ist bei Mengenummessungen unter 70 °C herunterzukühlen.

Die mittlere Temperatur des Speisewassers soll während der Versuchsdauer nicht unter 50 °C liegen.

2.3.3 Brennstoff

2.3.3.1 Feste Brennstoffe

Die Versuche sind mit den Brennstoffarten und -sorten durchzuführen, für die die Nennleistungsangabe des Kessels gelten soll. Kessel, deren Feuerung nicht für einen bestimmten Brennstoff konstruiert ist, sind mit Steinkohlenskokes zu prüfen.

Die für die Versuche benötigten Brennstoffmengen sind so zu lagern, daß sie in nennenswertem Maße weder Feuchtigkeit aufnehmen noch abgeben können.

2.3.3.2 Flüssige Brennstoffe

Bei Kesseln mit Ölfeuerung werden die Versuche mit Heizöl EL nach DIN 51 603 Teil 1 durchgeführt.

2.3.3.3 Gasförmige Brennstoffe

Für die Prüfungen ist ein Gas nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260/I zu verwenden.

2.3.4 Rückstände

In den Aschenraum gefallene brennbare Teile fester Brennstoffe gelten als Verlust. Sie dürfen nicht wieder aufgegeben und auch nicht von der aufgegebenen Brennstoffmenge abgezogen werden.

2.3.5 Förderdruck

2.3.5.1 Kessel für feste Brennstoffe

Bei den Nenn-Wärmeleistungsversuchen mit festen Brennstoffen darf der erforderliche Förderdruck den in den zugehörigen Bildern von DIN 4702 Teil 1 und Teil 4 angegebenen Grenzwert bzw. den vom Hersteller genannten höheren Förderdruck im Mittel nicht überschreiten; bei Versuchen mit Zweipunktreglern gilt dies für den Förderdruck bei geöffneter Luftklappe.

2.3.5.2 Kessel für flüssige und gasförmige Brennstoffe

Bei Kesseln für Unterdruckbetrieb mit Öl- bzw. Gasgebläse-brennern wird der Förderdruck am Kesselende so eingestellt, daß im Feuerraum ein Überdruck von $-0,05 \text{ mbar}$ (Unterdruck) herrscht. Der Förderdruck darf den in den jeweiligen Folgeteilen von DIN 4702 angegebenen Grenz-

wert bzw. den vom Hersteller genannten höheren Wert nicht überschreiten.

2.3.5.3 Kessel mit Überdruckfeuerung

Bei Kesseln mit Überdruckfeuerung muß am Kesselende ein Förderdruck eingestellt werden, der gleich oder kleiner ist als der Grenzwert in den jeweiligen Folgeteilen von DIN 4702 bzw. der vom Hersteller genannte höhere Wert.

2.3.6 Einstellung der Verbrennung

2.3.6.1 Ölkessel

Bei Ölkesseln muß die in DIN 4702 Teil 1/03.90, Bild 3, festgelegte Luftzahl mit der dort genannten Toleranz eingehalten werden (siehe DIN 4702 Teil 1, Abschnitt 3.2.6.3.1, und für Kessel mit vom Kesselhersteller zusätzlich festgelegten Anforderungen an den Ölbrenner siehe DIN 4702 Teil 1/03.90, Abschnitt 3.2.6.3.2).

2.3.6.2 Gaskessel

Bei Gaskesseln mit Gebläsebrennern ist die in DIN 4702 Teil 1, Ausgabe 03.90, Bild 3, angegebene Luftzahl einzuhalten.

Bei Kesseln mit vom Hersteller zusätzlich festgelegten Anforderungen an den Gebläsebrenner muß bei der Nennleistungsprüfung der Luftüberschuß nach DIN 4702 Teil 1/03.90, Abschnitt 3.2.6.3.2, eingehalten werden.

2.3.7 Beharrungszustand

Unter Beharrungszustand wird ein Betriebszustand des Kessels verstanden, bei dem sich für eine vorgegebene Leistung die zu messenden Werte nicht wesentlich ändern.

Da die Gewährleistungen für Leistung und Wirkungsgrad für den Dauerbetrieb des Kessels gelten, ist bei den Versuchen dafür zu sorgen, daß vor Beginn der Leistungs- und Wirkungsgradbestimmung, der Kessel in den Beharrungszustand eingelaufen ist und während des Versuches möglichst darin verbleibt.

Näheres über den Beharrungszustand siehe Abschnitt 4.3.2.

Anmerkung: Bei Verfeuerung von festen Brennstoffen in Füllschachtkesseln, besonders solchen mit Durchbrand, ist ein Beharrungszustand in obigem Sinne nicht einzuhalten; nach der Beschickung des Kessels ist ein vorübergehender Leistungsabfall unvermeidlich, der durch entsprechend höhere Leistung während der restlichen Zeit der Abbrandperiode ausgeglichen werden muß (siehe Bild 13).

2.4 Prüfstandaufbau

Der Prüfstand ist so einzurichten, daß die in Abschnitt 2.3 festgelegten Versuchsbedingungen eingehalten werden können und der Wirkungsgrad bei der Prüfung von Kesseln für feste Brennstoffe mit Grenzabweichungen von $\pm 3\%$ und bei der Prüfung von Kesseln für flüssige und gasförmige Brennstoffe mit Grenzabweichungen von $\pm 2\%$ genau bestimmt werden kann. Bewährt haben sich die unter Abschnitt 2.4.1 und 2.4.4 beschriebenen Prüfstände.

Die Prüfstände unterscheiden sich einmal nach der Art des Wärmeträgers (Wasser oder Dampf), zum anderen danach, ob das Leitungssystem, in dem der Wärmeträger strömt, offen oder geschlossen ist.

2.4.1 Prüfstand mit Kurzschlußstrecke (Bild 1) Kessel mit Wärmeträger Wasser

Vor- und Rücklauf des Kessels werden über eine wärmege-dämmte Verbindungsleitung, in der sich eine Pumpe P und ein Regelventil RV2 befinden, kurzgeschlossen. Hinter dem Regelventil RV2 wird aus einem Hochbehälter (mit Schwimmer oder Überlaufregelung) oder aus dem Netz über einen

Druckregler Kaltwasser von einer Temperatur t_E unter konstantem Vordruck (Grenzabweichungen $\pm 3\%$) in die Rücklaufleitung eingespeist. Dieses vermischt sich mit dem Vorlaufwasser von der Temperatur t_V zum Rücklaufwasser mit der Temperatur t_R . Die gleiche Wassermenge fließt über einen belüfteten Ausgleichsbehälter aus dem System mit der Vorlauftemperatur t_V ab. Mit dem Regelventil RV1 wird der der gewünschten Vorlauftemperatur und der vorgegebenen Leistung entsprechende Wasserzufluß eingeregelt. Durch das Regelventil RV2 wird die Temperaturdifferenz ($t_V - t_R$) auf den erforderlichen Wert eingestellt. Die Bedingungen nach Abschnitt 4.1 und 4.3.2 müssen eingehalten werden.

Die Nutzwärme wird dadurch ermittelt, daß der Wassermassenstrom durch das System und die zugehörige Temperaturdifferenz ($t_V - t_E$) gemessen werden.

Die durchgeflossene Wassermenge wird gewogen oder der Wasserdurchfluß volumetrisch mit Wassermesser M bestimmt. Auch bei der Wägung der Wassermenge empfiehlt es sich, zwecks schnellerer Überprüfung des Wasserdurchflusses einen Wassermesser M in die Kaltwasserleitung einzubauen. Der Wägebbehälter ist so groß zu bemessen, daß er mindestens die in 5 bis 10 Minuten ausfließende Wassermenge aufnimmt, um die Meßfehler möglichst gering zu halten.

Im Bild 1 sind diejenigen Leitungen mit Wärmedämmung dargestellt, deren Wärmeverluste bei der Berechnung der Nutzwärme berücksichtigt werden müssen. Bei kurzer, gut wärmege-dämmter Kurzschlußstrecke sind deren Wärmeverluste vernachlässigbar klein. Die Wärmeentwicklung z. B. einer Pumpe in der Versuchsstrecke ist zu berücksichtigen.

Bewertung: Hohe Temperaturdifferenzen ($t_V - t_E$) und geringe Prüfstand-Wärmeverluste ermöglichen hohe Meßgenauigkeit.

2.4.2 Prüfstand mit Wärmeaustauscher (Bild 2) (geeignet für Warmwasser- und Heißwassererzeuger)

Das im Kessel auf Vorlauftemperatur erwärmte Wasser gibt seine Wärme in einem Wärmeaustauscher an das Kühlwasser ab. Das Kühlwasser fließt aus einem Hochbehälter (mit Schwimmer- oder Überlaufregelung) oder aus dem Netz über einen Druckregler unter konstantem Vordruck (Grenzabweichungen $\pm 3\%$) zu. Sein Durchfluß wird durch Regelventil RV1 geregelt, und seine Menge wird entweder durch einen in der Zuflußleitung eingebauten Wassermesser M volumetrisch gemessen oder nach dem Ausfluß gewogen. Die Bedingungen von den Abschnitten 4.1 und 4.3.2 müssen eingehalten werden.

Zum Einhalten der geforderten Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf ist im Rücklauf ein Regelventil RV2 eingebaut. Falls die Zirkulation durch Schwerkraft nicht ausreicht, ist eine Umwälzpumpe P im Rücklauf vorzusehen.

Im Bild 2 sind diejenigen Leitungen und Geräte, wie Wärmeaustauscher und Ausdehnungsgefäß mit Wärmedämmung dargestellt, deren Wärmeverluste bei der Berechnung der Nutzwärme berücksichtigt werden müssen. Diese Wärmeverluste müssen gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Pumpenleistung entweder möglichst genau rechnerisch ermittelt oder besser noch experimentell bestimmt werden. Hierzu wird zweckmäßig statt des Kessels ein elektrisch beheizter Wärmeerzeuger eingebaut, dessen Energieaufnahme gemessen wird. Ein Teil der zugeführten Wärmemenge muß dabei an das Kühlwasser abgeführt werden, um die für den Hauptversuch festgelegten Vor- und Rücklauftemperaturen im Leitungssystem einzuhalten. Die an das Kühlwasser abgeführte Wärmemenge ist zu messen und von der Energieaufnahme abzuziehen.

Bewertung: Wegen des größeren Wasserinhaltes und der längeren Rohrleitungen ergibt sich eine größere Trägheit des Prüfstandsystems, die einmal den Beharrungszustand schwieriger erkennen läßt und zum anderen eine Korrektur des Wärmezustandes des Systems erforderlich macht, wenn Vor- und Rücklauftemperaturen bei Beginn und Ende des Versuches nicht genau übereinstimmen. Die verhältnismäßig hohen Wärmeverluste beeinträchtigen, wenn sie nicht exakt erfaßt werden, die Versuchsgenauigkeit.

2.4.3 Prüfanordnung für große und für in Anlagen eingebaute Warmwasser- und Heißwassererzeuger sowie für Dampferzeuger (Bild 3)

Der Wasserdurchfluß durch den Kessel ist entweder mit Durchflußmessung (VDI-Durchflußmeßregeln DIN 1952) oder mit in der Rücklaufleitung eingebautem Volumenwassermesser zu bestimmen. Wenn eine Vorlauf-Beimischeinrichtung zum Anheben der Kesselrücklauftemperatur vorhanden ist, müssen der Wasserdurchfluß und die Temperaturen außerhalb des Beimischkreislaufes gemessen werden, damit die Temperaturdifferenz ($t_V - t_R$) möglichst groß wird. Die Wärmeabfuhr an das Heizungssystem ist durch geeignete Maßnahmen möglichst konstant zu halten.

Nach dieser Anordnung sollen nur in Anlagen eingebaute Einzelkessel und Kessel mit Nennleistungen über 350 kW geprüft werden. Bei der Prüfung von Dampferzeugern ist Abschnitt 2.4.5 zu beachten.

Bewertung: Das Erreichen und Einhalten des Beharrungszustandes ist schwierig. Die verhältnismäßig geringe Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf erfordert sehr genaue Temperaturmessungen.

2.4.4 Prüfstand für Dampferzeuger mit natürlichem Kondensatrückfluß (Bild 4)

Dieser Prüfstand ist für die Prüfung von Dampferzeugern bis 350 kW vorgeschrieben. Der erzeugte Dampf wird in einem Wärmeaustauscher niedergeschlagen. Das Kondensat mit der Temperatur t_K fließt mit natürlichem Gefälle dem Kessel wieder zu. Das für den Wärmeaustauscher bestimmte Kühlwasser wird entweder einem Hochbehälter (mit Schwimmer- oder Überlaufregelung) oder dem Netz unter Einschalten eines Druckreglers (Grenzabweichungen $\pm 3\%$) entnommen.

Die Kühlwassermenge wird entweder durch Wägung oder durch einen Volumenmesser M bestimmt. Sie wird durch das Regelventil RV 1 geregelt.

Empfehlenswert ist, einen gut wärmegeprägten Wasserabscheider (Zyklon oder Prallabscheider) mit Wasserstandsanzeiger und Absperrventil vorzusehen, in dem das mit dem Dampf mitgerissene Wasser abgeschieden und in gewissen Zeitabständen näherungsweise festgestellt werden kann.

2.4.5 Prüfung von Dampferzeugern über 350 kW Nennleistung

Die Wärme wird entweder nach Bild 3 an das Heizungsnetz abgegeben, oder der Dampf wird abgeblasen. In beiden Fällen ist für ausreichende Abscheidung des mit dem Dampf mitgerissenen Wassers zu sorgen.

Wenn gleichzeitig der Dampfstrom mit Durchflußmessung und der Kondensatmassenstrom durch Wägung bestimmt wird, kann daraus die Dampffuchte annähernd ermittelt werden.

2.4.6 Prüfanordnung zur Bestimmung des Bereitschaftsverlustes

Diese Messungen können nur mit Öl- und Gasfeuerungen durchgeführt werden. Es darf keinerlei Nutzwärme für

Heizung bzw. Warmwasser, auch nicht im Zirkulationskreise, abgeführt werden.

Der Kessel wird in dem Zustand belassen, wie er für die Kesseluntersuchung hergerichtet worden ist, d. h. die Kurzschlußstrecke (Bild 1) und – bei Kesseln mit Warmwasserbereitung – die Warmwasser- und die Kaltwasserleitungen bleiben angeschlossen. Die Zirkulation in diesen Leitungen wird unterbrochen, der Speicher ist bzw. wird gefüllt.

2.5 Abgasmeßstrecke (Bild 5a und 5b)

Die Abgasmeßstrecke ist hinter dem Abgasstutzen des Kessels einzubauen. Sie kann entweder waagrecht oder senkrecht angeordnet werden. Die in den Bildern angegebenen Maße sind einzuhalten.

Am Ende der Abgasmeßstrecke ist erforderlichenfalls eine Drosselklappe zum Voreinstellen des Förderdruckes einzubauen. Falls größere Zugschwankungen im Schornstein zu erwarten sind, wird empfohlen, einen Zugsbegrenzer oder einen Saugzugventilator einzubauen.

2.6 Einrichtungen zur Brennstoff-Mengenmessung

2.6.1 Feste Brennstoffe

Die Menge des aufzugebenden Brennstoffes und der anfallenden Rückstände wird durch Wägung bestimmt. Für die Kontrolle der Schichthöhe der Grundglut und der Füllhöhe nach Aufgabe frischen Brennstoffes wird ein Höhentaster z. B. nach Bild 6a empfohlen; er wird vor dem Kessel verschiebbar aufgestellt und reicht über die ganze Tiefe des Kessels.

Es können Kessel und Brennstoffvorrat für den gesamten Versuch auf einer Abbrandwaage aufgestellt werden.

2.6.2 Flüssige Brennstoffe

Bei Wägung des Brennstoffvorrates zur Ermittlung des Ölmassenstromes ist die Ölzuflußleitung zum Brenner sowie eine gegebenenfalls vorhandene Rückflußleitung freischwebend in den Wägebehälter einzuhängen. Die Grundfläche des Behälters muß groß sein im Verhältnis zu dem Querschnitt der Saugleitung. Die Rücklaufleitung soll nicht in den Ölvorrat eintauchen.

2.7 Prüfstand zur Ermittlung des wasserseitigen Widerstandes (Bild 7)

Das Wasser fließt aus dem Netz über einen Druckregler R (Grenzabweichungen $\pm 3\%$), Wassermesser M, Regelventil RV und die Meßstrecke 1 in den Kessel und aus diesem über die Meßstrecke 2 in das Überlaufgefäß und von hier frei ab. Der Auslauf muß ausreichend hoch über dem Differenzdruck-Meßgerät liegen. Der Druckverlust des Kessels wird an einem Differenzdruck-Meßgerät mit gemeinsamer Skala abgelesen. Um Fehlmessungen zu verhindern, müssen die Druckentnahmerohre bündig mit der Innenwand der Meßstreckenrohre abschließen und entgratet sein.

Der lichte Durchmesser der Meßstrecken 1 und 2 ist gleich der kleinsten lieferbaren Anschlußnennweite des Kessels zu wählen.

Bei Einsatz einer Pumpe können Kessel und Meßstrecken auch als geschlossener Kreis ausgebildet sein.

Bei Kesseln mit eingebauter Umwälzpumpe ist der verbleibende Förderdruck zu messen und anzugeben.

3 Meßgeräte und Meßverfahren

Es dürfen nur solche registrierenden Meßgeräte verwendet werden, die den in den folgenden Abschnitten enthaltenen Anforderungen genügen. Die Verwendung schreibender

Geräte, die den Versuchsablauf im einzelnen erkennen lassen, wird empfohlen, besonders für die Messung der Wassertemperaturen, die für die Berechnung der Kesseleistung benötigt werden, des Förderdruckes hinter dem Kessel sowie der Temperatur und der Zusammensetzung der Abgase.

Für die Abschätzung des Einflusses der Einzelmeßspiele auf das Gesamtmeßspiel wird auf DIN 1942 verwiesen. Die Einbaustellen sind aus den Bildern 1 bis 12 zu ersehen.

3.1 Temperaturen

3.1.1 Wassertemperaturen

Für Temperaturmessungen ist VDE/VDI 3511 maßgebend. Besonders wird auf den sachgemäßen Einbau der Thermometer (Thermoelemente und Widerstandsthermometer) hingewiesen. Thermometer sind senkrecht und möglichst in Kniestücke entgegen der Strömungsrichtung einzubauen (siehe Bild 8), so daß die Tauchtiefe genügend groß ist, andernfalls ist eine Korrektur erforderlich.

Bei thermoelektrischen Messungen ist die Kompensationschaltung zu bevorzugen; andernfalls ist der Leitungswiderstand zu berücksichtigen.

Sofern für die Messung der Temperaturen des Heizmediums Tauchhülsen verwendet werden, sollen sie eng und dünnwandig sein, um die Wärmeableitung von der Meßstelle klein zu halten und Anzeigeverzögerungen zu vermeiden.

3.1.2 Abgastemperatur

Die Abgastemperatur ist thermoelektrisch zu messen.

Kann die vorgeschriebene Abgasmeßstrecke nicht eingerichtet werden und ergeben sich daraus unterschiedliche Temperaturen an verschiedenen Stellen des gleichen Querschnitts, so ist zu prüfen, ob der Einfluß dieser Temperaturunterschiede auf das zulässige Meßspiel tragbar ist. Anderenfalls ist nach DIN 1942, ein Temperaturmittelwert durch eine Netzmessung zu bestimmen.

3.1.3 Oberflächentemperatur

Die Messungen der Oberflächentemperaturen sind an mindestens 5 Punkten je Teilfläche durchzuführen. Die Anforderungen nach DIN 4702 Teil 1/03.90, Abschnitt 3.2.10, müssen erfüllt werden. Bei Öl- und Gasfeuerung sind die Oberflächentemperaturen im Beharrungszustand bei Kessel-Nennleistung zu messen und anzugeben. Bei Festbrennstoff-Feuerung sind die zum Zeitpunkt der höchsten Leistung während des Nenn-Leistungsversuches auftretenden Höchstwerte zu ermitteln und anzugeben. Die Heizmittelttemperaturen sind nach Abschnitt 2.3.2.1 einzustellen.

3.1.4 Bodentemperaturen

Zur Ermittlung der Bodentemperaturen ist der Kessel auf einen Prüfboden nach Bild 9 aufzustellen. Die Oberflächentemperaturen des Prüfbodens sind an mindestens 9 Punkten zu messen.

Es wird empfohlen, die Oberflächentemperaturen des Prüfbodens mit Thermoelementen entsprechend Bild 10 oder mit handelsüblichen Oberflächen-Thermoelementen zu messen. Abschnitt 3.1.3 ist zu beachten.

3.1.5 Fehlergrenzen

Hinsichtlich ihrer Fehlergrenzen sind die Temperatur-Meßeinrichtungen nach VDE/VDI 3511 so auszuwählen, daß der Wirkungsgrad auf ± 2 bzw. ± 3 % bestimmt werden kann (siehe Abschnitt 2.4).

3.2 Drücke

3.2.1 Dampfdruck

Für die Messung des Dampfdruckes sollen Präzisions-Doppelfeder-Manometer (sogenannte Kontrollmanometer) mit einem Meßbereich bis 0,5 bar bzw. 1.5 bar verwendet werden.

3.2.2 Gasseitiger Über- und Unterdruck

Für die gasseitigen Unterdruck- und Überdruckmessungen sind Schrägrohrmanometer oder gleichwertige, zweckmäßig auch schreibende Geräte zu verwenden. Die zulässige Fehlergrenze von $G=0,01$ mbar gilt bei Meßwerten bis 0,6 mbar, bei höheren Meßwerten liegt die Fehlergrenze bei 2 % des Meßwertes.

3.2.3 Atmosphärischer Druck

Der atmosphärische Luftdruck ist bei Gasfeuerungen mit einer Fehlergrenze von $G=3$ mbar zu messen.

3.3 Wasser- und Kondensat-Mengen

Heizwasser- und Kondensat-Mengen werden gewogen oder mittels Volumenmessern, gegebenenfalls auch durch Blenden-Messung ermittelt.

3.3.1 Waagen

Die zur Gewichtsbestimmung benutzten Waagen müssen den Eichvorschriften genügen. Die Eichfehlergrenze beträgt bei Dezimalwaagen 0,5 g für jedes kg der Belastung, jedoch nicht weniger als $\frac{1}{5}$ der Fehlergrenze für die Höchstbelastung.

3.3.2 Volumenstrommesser und Blenden

Der Volumenstrommesser (Ringkolbenzähler, Ovalradzähler, Trommelzähler induktiver Durchflußmesser oder dergleichen) ist vor dem Versuch durch Wägung der Ausflußmenge zu überprüfen. Der Meßfehler in dem in Betracht kommenden Meßbereich darf 0,5 % nicht überschreiten.

Flügelradzähler sind nicht zugelassen.

Bei großem Durchfluß können Blenden nach DIN 1952 verwendet werden.

Bei Volumenmessern ist die Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur zu berücksichtigen.

3.3.3 Zeitbestimmung

Für die Zeitbestimmung bei Durchflußmessungen wird zweckmäßigerweise eine Stoppuhr mit einem Skalenteilungswert von 0,01 Minuten verwendet.

3.4 Brennstoffverbrauch

3.4.1 Feste Brennstoffe

Bei der direkten Methode der Wirkungsgradbestimmung ist der Verbrauch an festen Brennstoffen durch Wägung (siehe Abschnitt 2.6.1) festzustellen.

3.4.2 Flüssige Brennstoffe

Bei flüssigen Brennstoffen wird der Brennstoffmassenstrom aus Wägungen des Brennstoffvorrates und Zeitmessungen bestimmt (siehe Abschnitt 2.6.2).

3.4.3 Gasförmige Brennstoffe

Gasförmige Brennstoffe werden mit Gaszählern (siehe Bild 11), deren Fehlerkurve vorliegt, gemessen.

3.5 Bestimmung des Heizwertes und der Zusammensetzung von Brennstoffarten

Tabelle 1.

Bestimmung		Brennstoffart		
		festes Brennstoffe	flüssige Brennstoffe	gasförmige Brennstoffe
des Heizwertes	kalorimetrisch	DIN 51900 Teil 1 und Teil 2	DIN 51900 Teil 1 und Teil 2	1)
	mit ausreichender Genauigkeit auch	aus Wasser- und Aschegehalt (siehe Abschnitt 5.3.1)	siehe Abschnitt 5.3.2	1)
der Zusammensetzung	Chemische Analyse	DIN 51700	DIN 51400 Teil 1 und Teil 2, DIN ISO 3735	siehe DVGW-Arbeitsblatt G 260/I
	Wassergehalt	DIN 51718	—	
	Gehalt an flüchtigen Bestandteilen	DIN 51720	DIN 51551 DIN 51575	
	Probenahme	DIN 51701 Teil 2	DIN 51750 Teil 2	
	Dichte	—	DIN 51757	
	Asche	DIN 51719	—	

1) Der Heizwert ist aus der Gasanalyse zu bestimmen, oder es sind Gase nach dem DVGW-Arbeitsblatt zu verwenden.

3.6 Verbrennungsrückstände

Verbrennungsrückstände bestehen aus Asche, Schlacke und unverbranntem Brennstoff.

Für Wägungen, Probenahmen sowie Bestimmung des Brennbares in den Rückständen sind die Abschnitte 3.3 bis 3.5 anzuwenden. Werden die Rückstände abgelöscht, was z. B. bei jungen, gasreichen Brennstoffen erforderlich ist, um ein Nachverbrennen zu verhindern, sind diese auf wasserfreie Substanz umzurechnen.

Wird die Leistungs- und Wirkungsgradbestimmung nach der indirekten Methode durchgeführt, so empfiehlt es sich, die gemessene Menge der Rückstände durch eine Aschenbilanz an Hand der Brennstoffmenge nachzuprüfen.

3.7 Emission

3.7.1 Messung

Für die Messungen werden registrierende, schreibende Geräte für CO₂ bzw. O₂, CO und gegebenenfalls NO_x verwendet, weil diese den genauen Ablauf der Verbrennung, der besonders bei Durchbrandkesseln für feste Brennstoffe stark schwanken kann, erkennen lassen.

Die Geräte sind zum Vermeiden von Meßfehlern an Orten mit möglichst konstanter Temperatur aufzustellen und schon längere Zeit vor Versuchsbeginn in Betrieb zu nehmen. Vor und nach dem Versuch sind die Geräte zu überprüfen.

3.7.2 Feste Brennstoffe

Die Messungen der staubförmigen Emissionen und der Emissionen an CO (Kohlenmonoxid) sind im Dauerbetrieb bei Nenn-Wärmeleistung bzw. bei der höchsten einstellbaren Wärmeleistung durchzuführen.

Bei handbeschickten Feuerungen mit oberem Abbrand ist die erste Messung nach 5 Minuten, nachdem die größte vom

Hersteller angegebene Brennstoffmenge auf eine für die Entzündung ausreichende Glutschicht aufgebracht wurde, vorzunehmen.

Drei weitere Messungen zur Ermittlung der staubförmigen Emissionen sind je nach 25 %, 50 % und 90 % der nach der Füllmenge zu erwartenden Dauer der Abbrandperiode durchzuführen.

Der Zeitraum für jede Messung beträgt 15 Minuten.

3.7.3 Flüssige und gasförmige Brennstoffe

Bei Ölkesseln muß der Rußgehalt im Abgas nach DIN 51402 Teil 1 bestimmt werden. Die Prüfung auf Ölderivatfreiheit erfolgt nach dem Fließmittelverfahren nach DIN 51402 Teil 2. Bei Kesseln mit Öl- und Gasfeuerungen muß der NO_x- und der CO-Gehalt mit Grenzabweichungen von $\pm 0,001$ Vol. % gemessen werden.

3.8 Heizgasseitige Dichtheitsprüfung

Die in DIN 4702 Teil 1/03.90, Abschnitt 3.2.9, angegebenen Grenzwerte für die zulässigen Leckraten sind aus dem Abgasmassenstrom bei Nenn-Wärmeleistung zu errechnen.

Die Ermittlung der tatsächlichen Leckraten am Kessel erfolgt mit Luft bei Raumtemperatur mittels einer Meßstrecke nach Bild 12.

Die Versuche werden entsprechend den Betriebsbedingungen des Prüfkessels nach den Abschnitten 4.2 bzw. 4.3 ermittelt.

Der Abgasstutzen ist dicht zu verschließen, die Türen und Klappen ebenfalls entsprechend dem üblichen Gebrauch. Die Meßstrecke wird an den Feuerraum des Prüfkessels über die Brennerplatte oder eine spezielle Öffnung angeschlossen.

Bei geöffneten Schiebern 1 bis 3 wird der Ventilator in Betrieb genommen. Mit dem Schieber 3 (Bypass-Ventil) wird sicher-

gestellt, daß die für den Durchflußmesser einzuhaltende Druckdifferenz nicht überschritten wird. Mit dem Schieber 1 (Drosselventil) wird der für den Prüfkessel gültige Unterdruck bzw. Überdruck im Feuerraum eingestellt.

Der Versuch beginnt, sobald der für den Kessel gültige Unterdruck bzw. Überdruck im Feuerraum erreicht ist. In Abständen von 6 Minuten werden die vom Durchflußmesser angezeigten Leckraten abgelesen, außerdem Raumtemperatur und Barometerstand.

Die ermittelten Leckraten sind auf den Normzustand umzurechnen.

3.9 Bereitschaftsverlust

Es sind Meßgeräte einzusetzen, mit denen der Brennstoffverbrauch auf 2,0 g Öl bzw. 2 l Gas ermittelt werden kann. Die Öl- bzw. Gasbrenner sind auf Kessel-Nennleistung (mit Grenzwertabweichungen von $\pm 3\%$) einzustellen.

Der Kesselregler ist so einzustellen, daß die mittlere Temperatur am Kesselregler während Brennerbetrieb ohne Nutzwärmeabgabe um (60 ± 3) K über Raumtemperatur liegt. Bei Kesseln für niedrigere Betriebstemperaturen kann zusätzlich auch (30 ± 3) K über Raumtemperatur eingestellt werden.

Gemessen werden die Kesseltemperaturen an dem bzw. an den Reglerfühlern.

Die Temperatur des Kessels und die Lufttemperatur in halber Kesselhöhe sind mittels automatisch arbeitender Geräte zu messen. Falls die mittlere Übertemperatur um mehr als 3 K von der vorgeschriebenen abweicht, ist der Versuch mit korrigierter Temperaturregler-Einstellung zu wiederholen.

Es empfiehlt sich, zusätzlich die Warmwassertemperaturen innerhalb des Speichers in 100 mm Höhe über dem Boden, in der Speichermitte und 100 mm unter der höchsten Stelle des Speicherraumes zu messen.

Am Zugmeßstutzen ist während der gesamten Versuchszeit (bei Brennerstillstand) ein Überdruck von $-(0,05 + 0,02)$ mbar (Unterdruck) einzuhalten.

Der gemessene Bereitschaftsverlust q'_B wird nach folgender Beziehung errechnet:

$$q'_B = \frac{\text{Brennstoffverbrauch in der Versuchszeit}}{\text{eingestellter Brennstoffverbrauch je } h \times \text{Versuchszeit}}$$

Bei Abweichungen der Kesseltemperatur von der Solltemperatur (innerhalb der Toleranz) ist der gemessene Bereitschaftsverlust q'_B linear auf Solltemperatur umzurechnen:

$$q_B = q'_B \cdot \frac{\text{Soll-Übertemperatur}}{\text{gemessene Übertemperatur}} =$$

$$= q'_B \cdot \frac{60}{(\text{Ist-Kesseltemperatur}) - (\text{Ist-Raumtemperatur})}$$

(bei NT-Kessel im Zähler „30“)

3.9.1 Bereitschaftsverlust von Kesseln ohne und mit temperaturgesteuerten Wassererwärmern

Nach dem Aufheizen des Kessels beginnt der Versuch mit dem nächsten Brennerstart; der Versuch endet mit einem späteren Brennerstart (eine Periode beginnt mit einem Brennerstart und endet mit dem nächsten Brennerstart).

Aus dem gemessenen Brennstoffverbrauch und der Versuchszeit — jeweils für volle Perioden — ist der Bereitschaftsverlust zu errechnen.

Der Versuch kann beendet werden, wenn das für die Periode 1 berechnete Ergebnis von dem für die Perioden 1 und 2 bzw.

das für die Perioden 1 und 2 von dem für die Perioden 1 bis 3 usw. berechnete Ergebnis um nicht mehr als 5 % vom vorhergehenden Zahlenwert abweicht. Der geringere der beiden Werte (q'_B) darf für die Umrechnung auf Soll-Temperatur herangezogen werden.

3.9.2 Bereitschaftsverlust von Kesseln mit temperaturgesteuerten Wassererwärmern, bei denen sich Schaltzeiten von Brennern und Ladepumpen überlagern

Die Geräte sind auf die vorgesehenen Übertemperaturen — [Kessel ohne gleitende Regelung: (60 ± 3) K über Raumtemperatur], [Ladepumpenspeicher: $(40 + \frac{5}{0})$ K über Raumtemperatur] aufzuheizen.

Im folgenden wird die Versuchsdurchführung für einen Kessel (mit fest eingestelltem Temperaturregler) mit Ladepumpen-Speicher beschrieben; die Periode des Speichers ist länger als die des Kessels.

Nach dem gleichen Prinzip ist sinngemäß auch bei anderen Gerätecombinationen mit sich überlagernden Perioden zu verfahren.

Nach dem Aufheizen von Kessel und Speicher ist der erste Brennerstart, der durch das Nachladen des Speichers ausgelöst wird, Versuchsbeginn (Bild 14).

Der Versuch kann beendet werden, wenn das für die Perioden A bis B berechnete Ergebnis von dem für die Perioden A bis C bzw. das für die Perioden A bis C von dem für die Perioden A bis D usw. berechnete Ergebnis um nicht mehr als 5 % von dem des vorhergehenden Zahlenwertes abweicht. Der geringere der beiden Werte (q'_B) darf für die nachfolgende Umrechnung auf Soll-Temperatur herangezogen werden.

4 Versuche

4.1 Grundsätzliches

Einrichtungen für die Leistungsregelung, zur Erzeugung des Förderdruckes und für die automatische Entaschung, die Bestandteil des Kessels sind, müssen während der Versuche eingeschaltet sein.

Bei den Versuchen sind die Bedienungsanleitungen für Kessel und Feuerung zu beachten.

Während der Versuche dürfen von Hand keine Eingriffe in den Verbrennungsablauf und keine Änderungen des Wasserdurchflusses vorgenommen werden.

Bei den Nenn-Wärmeleistungsversuchen an Dampferzeugern müssen der Dampfdruck und die Wasserstandshöhe zu Beginn und am Ende des Versuches gleich sein.

Die Temperaturen, die Drücke und die Abgaszusammensetzungen müssen in Abständen von jeweils höchstens 10 Minuten gemessen und parallel durch schreibende Geräte aufgezeichnet werden. Die Zeitabstände sind so zu wählen, daß Meßwertschwankungen mit genügender Sicherheit erfaßt werden.

Bei Warmwasserkesseln sollen sich t_V , t_R und t_K zu Beginn und am Ende des Versuches um nicht mehr als 0,5 (K/h) unterscheiden.

Bei Systemen mit hoher Wärmespeicherung gegenüber der Kesselleistung ist in Grenzfällen zu überprüfen, ob durch die Abweichung der Kesselwassertemperaturen zu Beginn und am Ende des Versuches die Leistungsmessung merklich beeinflusst worden ist. In diesem Fall ist die Leistung zu berichtigen.

Bei der Prüfung an ausgeführten Anlagen gilt für die Festlegung des Beharrungszustandes und der Versuchsdauer sinngemäß DIN 1942.

4.2 Feste Brennstoffe

4.2.1 Nenn-Wärmeleistungsversuche mit festen Brennstoffen an Kesseln mit handbedienter Feuerung und an Kesseln mit automatischer Feuerung ohne automatische Brennstoffzufuhr

4.2.1.1 Herstellen des Versuchsanfangszustandes

Da die Leistung von Kesseln dieser Art während des Abbrandes einer Brennstofffüllung mehr oder weniger stark schwankt (siehe Bild 13), gibt es kein eindeutiges Kriterium für den Wärmezustand des Kessels, der bei Beginn des Nenn-Wärmeleistungsversuches vorhanden sein muß. Um zu erreichen, daß der Kessel zu Beginn und am Ende des Nenn-Wärmeleistungsversuches annähernd gleichen Wärmezustand hat, muß der Kessel vor Versuchsbeginn mindestens 1 Stunde lang annähernd mit Nenn-Wärmeleistung unter den einschlägigen Bedingungen für feste Brennstoffe in den Abschnitten 2.3 und 4.1 betrieben werden. Der Brennstoff wird dabei bis auf die für Grundglut ²⁾ ausreichende Menge abgebrannt. Dann wird die Feuerung bei handbedienten Feuerungen entascht und gegebenenfalls entschlackt und die Glut eingeebnet.

Bei Unterbrandkesseln muß die Grundglut mindestens bis Unterkante Füllschacht reichen.

Die Verbrennungsrückstände werden aus dem Aschenraum entfernt. Damit ist der Anfangszustand für den Nenn-Wärmeleistungsversuch hergestellt.

Die Fülltür muß sich in jedem Betriebszustand gefahrlos öffnen lassen; dabei dürfen keine Verpuffungen auftreten.

Falls Verpuffungen auftreten, muß der Kessel so ausgeführt sein, daß jederzeit ein gefahrloses Öffnen möglich ist.

4.2.1.2 Versuchsdauer

Bei Kesseln ohne automatische Brennstoffzufuhr erstreckt sich der Versuch über die Dauer des Abbrandes von zwei Brennstofffüllungen einschließlich Brennstoffaufgabe und Entaschung. Die Versuchsdauer beträgt:

bei Spezialkesseln mindestens $2 \times 4,5$ Stunden = 9 Stunden,
bei Umstellbrand- und Wechselbrandkesseln mit handbedienter Feuerung mindestens $2 \times 3,5$ Stunden = 7 Stunden,
bei Umstellbrand- und Wechselbrandkesseln mit automatischer Feuerung mindestens $2 \times 4,5$ Stunden = 9 Stunden,
bei der Verwendung von Holz $2 \times 1,0$ Stunden = 2 Stunden.

4.2.1.3 Versuchsdurchführung

Von einer abgewogenen Menge wird Brennstoff entnommen und bis zu der vom Hersteller angegebenen Höhe eingefüllt und eingeebnet. Die Füllhöhe wird auf geeignete Weise, z. B. mit einem Höhentaster nach Bild 6a markiert. Die aufgegebene Brennstoffmenge ergibt sich als Differenz zwischen der zuerst abgewogenen Gesamtmenge und der zurückgewogenen Restmenge. Am Ende der Abbrandperiode, erkennbar an dem Verlauf von t_V, t_A und Zug jedoch nicht vor Ablauf der halben Mindestversuchsdauer nach Abschnitt 4.2.1.2 —, wird die Feuerung bei handbedienten Feuerungen entascht und gegebenenfalls entschlackt und die Grundglut eingeebnet (Ende der ersten Abbrand-Periode).

Dann wird wieder Brennstoff bis zu der gleichen Füllhöhe wie bei Versuchsbeginn aufgegeben und seine Menge wie vor bestimmt. Sie entspricht der Abbrandmenge der 1. Periode. Nach der gleichen Zeit wie in der 1. Periode wird die Feuerung bei handbedienten Feuerungen entascht und gegebenenfalls entschlackt und die Grundglut eingeebnet. Dies ist das Ende der 2. Abbrand-Periode und zugleich das Ende des eigentlichen Versuchs.

Anschließend wird noch einmal Brennstoff bis zur gleichen Füllhöhe aufgegeben und seine Menge ermittelt.

Die Verbrennungsrückstände werden aus dem Aschenraum entfernt und zusammen mit der aus der Feuerung entnom-

menen Schlacke gewogen. Diese Rückstände werden später zur Bestimmung des Fassungsvermögens des Aschenraumes benutzt und auf ihren Gehalt an Brennbarem untersucht.

4.2.2 Nenn-Wärmeleistungsversuche mit festen Brennstoffen an Kesseln mit automatischer Feuerung und automatischer Brennstoffzufuhr

4.2.2.1 Herstellen des Beharrungszustandes

Der Kessel wird vor Beginn des Nenn-Wärmeleistungsversuches so lange annähernd mit Nenn-Wärmeleistung unter den einschlägigen Bedingungen für feste Brennstoffe in den Abschnitten 2.3 und 4.1 betrieben, bis sich hinsichtlich der Gluthöhe, der Veraschung und gegebenenfalls Verschlackung des Feuerraumes der der Nenn-Wärmeleistung entsprechende Beharrungszustand gebildet hat.

4.2.2.2 Versuchsdauer

Die Versuchsdauer beträgt 6 Stunden, dabei wird nach 3 Stunden ein Zwischenabschluß durchgeführt. Weichen die Ergebnisse der Versuche bei 6- bzw. 3 Stunden um 0,5 Wirkungsgradpunkte voneinander ab, so sind weitere 3 Stunden Versuchsdauer erforderlich.

4.2.2.3 Versuchsdurchführung

Vor Versuchsbeginn werden die Verbrennungsrückstände aus dem Aschenraum entfernt. Der Brennstoff wird in abgewogenen Teilmengen auf die Fördereinrichtung möglichst nahe an der Feuerung aufgegeben. Gegebenenfalls kann ein Zwischenbunker aufgesetzt werden, der zu Beginn und am Ende des Versuchs bis zu einer festgelegten Höhenmarke gefüllt wird.

Am Versuchsende werden die Verbrennungsrückstände aus dem Aschenraum entfernt, gewogen und später auf ihren Gehalt an Brennbaren untersucht.

4.2.3 Schwachlastversuche

4.2.3.1 Versuchsdauer

Die Versuchsdauer muß mindestens gleich der in DIN 4702 Teil 1/03.90, Bild 1 und Bild 2 und DIN 4702 Teil 4 in Abhängigkeit von der Nennleistung angegebenen Brenndauer sein.

4.2.3.2 Versuchsdurchführung

Vor dem Schwachlastversuch muß der Kessel mindestens eine Stunde lang mit Nenn-Wärmeleistung betrieben werden. Es empfiehlt sich, den Schwachlastversuch unmittelbar im Anschluß an den Nenn-Wärmeleistungsversuch durchzuführen.

Er beginnt mit der nach Beendigung des Nenn-Wärmeleistungsversuchs vorgenommenen Brennstoffaufgabe. Innerhalb von 30 Minuten wird der Leistungsregler nach und nach so weit heruntergestellt, daß die im Bild 1 und 2 in DIN 4702 Teil 1 angegebene Brenndauer und Schwachlast mit Sicherheit erreicht werden. Vor jedem Verstellen des Leistungsreglers wird der Zug auf das 0,3 bis 0,5fache des für die Nenn-Wärmeleistung benötigten Zuges eingestellt. 30 Minuten nach Beginn der Brennstoffaufgabe wird der Wasserdurchfluß so eingestellt, daß die Vorlauftemperatur während des Versuchs im Mittel nicht mehr als 45°C beträgt.

Nach Beendigung des Versuchs wird der Leistungsregler auf Höchststellung gebracht und der gleiche Zug wie vor dieser Verstellung eingestellt. Nach einiger Zeit wird eine kleine Menge Brennstoff aufgegeben und die Feuerung bei handbedienten Feuerungen entascht.

2) Grundglut ist die Menge glühenden, entgasten Brennstoffes, die nach Entaschung und gegebenenfalls Entschlackung mindestens vorhanden sein muß, um ein sicheres und schnelles Zünden des aufzugebenden Brennstoffes zu gewährleisten.