

	Heizkessel Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern (enthält Änderung A1 : 1998); Deutsche Fassung EN 304 : 1992 + A1 : 1998	DIN EN 304
ICS 91.140.10 Deskriptoren: Heizkessel, Ölzerstäubungsbrenner, Prüfung, Heiztechnik, flüssiger Brennstoff Heating boilers — Test code for heating boilers for atomizing oil burners; (includes amendment A1 : 1998); German version EN 304 : 1992 + A1 : 1998 Chaudières de chauffage — Règles d'essai pour les chaudières avec brûleurs fioul à pulvérisation; (inclut l'amendement A1 : 1998); Version allemande EN 304 : 1992 + A1 : 1998 Die Europäische Norm EN 304 : 1992 hat den Status einer Deutschen Norm einschließlich der eingearbeiteten Änderung A1 : 1998, die von CEN getrennt verteilt wurde. Beginn der Gültigkeit EN 304 wurde am 1992-09-18 angenommen. Nationales Vorwort Die vorliegende Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 57 „Zentralheizungskessel“ erarbeitet und gilt für die Prüfung von Heizkesseln mit Ölzerstäubungsbrennern nach DIN EN 303-1 und DIN EN 303-2. Neben redaktionellen Änderungen wurde 5.8 Teillast-Wirkungsgrad sowie die Anhänge E bis G sowie Anhang ZA eingefügt. Änderungen Gegenüber der Ausgabe November 1992 wurden folgende Änderungen vorgenommen: EN 304 : 1992/A1 : 1998 eingearbeitet. Frühere Ausgaben DIN 4702-2: 1967-12, 1990-03 DIN EN 304: 1992-11	Ersatz für Ausgabe 1992-11 Fortsetzung 26 Seiten EN Normenausschuß Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.	

— Leerseite —

ICS 91.140.10

Deskriptoren: Zentralheizung, Heizkessel, Flüssigbrennstoffgerät, Prüfung, thermische Prüfung, Messung

Deutsche Fassung

Heizkessel

Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern
(enthält Änderung A1 : 1998)

Heating boilers — Test code for heating boilers for atomizing oil burners
(includes amendment A1 : 1998)

Chaudières de chauffage — Règles d'essai pour les chaudières avec brûleurs fioul à pulvérisation
(inclut l'amendement A1 : 1998)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 18. September 1992 und die Änderung A1 am 6. Juni 1998 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu EN 304 : 1992/A1 : 1998.....	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen.....	3
3 Prüfgrundlagen	3
4 Meßgeräte und Meßverfahren	3
5 Prüfungen	4
6 Prüfbericht und Prüfunterlagen.....	11
Anhang A Meßverfahren.....	12
Anhang B Verwendete Formelzeichen	21
Anhang C Heiztechnische Prüfung	23
Anhang D Kriterien für die Anpassung von Ölzerstäubungsbrennern an Heizkesseln mit flüssigen Brennstoffen	23
Anhang E Hinweise und Bewertungen der Prüfstandsaufbauten	25
Anhang F Bestimmung der Wärmeverluste des Prüfaufbaus und der Wärmeanteile der Umlaufpumpe des Prüfaufbaus	25
Anhang G Bestimmung der Zeit t_1	25
Anhang ZA Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien erfüllen	26

Vorwort

Die vorliegende Europäische Norm wurde von dem Technischen Komitee CEN/TC 57 „Zentralheizungskessel“, mit dessen Sekretariat DIN betraut ist, ausgearbeitet.

Für die Normen für Heizkessel des CEN/TC 57 ist folgender Aufbau vorgesehen:

- EN 303-1 Heizkessel — Heizkessel mit Gebläsebrenner — Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- EN 303-2 Heizkessel — Heizkessel mit Gebläsebrenner — Spezielle Anforderungen an Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrenner
- prEN 303-4 Heizkessel — Heizkessel mit Gebläsebrenner mit einer Leistung bis 70 kW und einem Betriebsdruck von max. 3 bar — Begriffe, spezielle Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
- EN 304 Heizkessel — Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 1993, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 1993 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

Vorwort zu EN 304 : 1992/A1 : 1998

Diese Änderung EN 304 : 1992/A1 : 1998 zur EN 304 : 1992 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 57 „Zentralheizungskessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäische Norm EN 304 : 1992 muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 1998, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 1998 zurückgezogen werden.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Für die Normen für Heizkessel ist folgender Aufbau vorgesehen:

- prEN 303-1 Heizkessel — Teil 1: Heizkessel mit Gebläsebrenner — Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- prEN 303-2 Heizkessel — Teil 2: Heizkessel mit Gebläsebrenner — Spezielle Anforderungen an Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrenner
- prEN 303-3 Heizkessel — Teil 3: Heizkessel für gasförmige Brennstoffe — Zusammenbau aus Kessel und Gebläsebrenner
- prEN 303-4 Heizkessel — Teil 4: Heizkessel mit Gebläsebrenner mit einer Leistung bis 70 kW und einem maximalen Betriebsdruck von 3 bar — Begriffe, besondere Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- prEN 303-5 Heizkessel — Teil 5: Heizkessel für feste Brennstoffe mit handbeschickten und automatisch beschickten Feuerungen mit einer Nennwärmeleistung bis 300 kW — Begriffe, Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- EN 304 Heizkessel — Prüfreden für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrenner

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Die Prüfreden gelten für die heiztechnische Prüfung von Heizkesseln für flüssige Brennstoffe (im folgenden Kessel genannt) und für die Kombination Kessel/Wassererwärmer, für die in den Normen EN 303-1 und EN 303-2 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 sollen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

- EN 267 : 1991
Ölzerstäubungsbrenner vom Typ Monoblock — Prüfungen
- EN 303-1 : 1992
Heizkessel — Heizkessel für Gebläsebrenner — Teil 1: Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- EN 303-2 : 1992
Heizkessel — Heizkessel für Gebläsebrenner — Teil 2: Spezielle Anforderungen an Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern

3 Prüfgrundlagen

3.1 Wahl des zu prüfenden Kessels und seines Zubehörs

Es sind die vom Hersteller serienmäßig mitgelieferten bzw. von ihm empfohlenen Einbauten und das Zubehör zu verwenden.

Für die Prüfung ist ein nach EN 267 geprüfter Ölzerstäubungsbrenner, der auf die Kesselart (Feuerraumgröße, Druckverhältnisse usw.) abgestimmt sein muß, zu verwenden.

3.2 Zustand des Kessels

Die Kessel sind in dem Zustand und in der Ausstattung zu prüfen, die der üblichen Lieferungsform entspricht. Zusätzliche Wärmedämmung an wasser-, abgas- oder feuerberührten Teilen ist unzulässig.

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

4 Meßgeräte und Meßverfahren

Es dürfen nur solche 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 am Kessel-Ein- und Austritt, des Förderdruckes hinter dem Kessel sowie der Temperatur und der Zusammensetzung der Abgase.

Hinsichtlich ihrer Fehlergrenzen sind die Temperatur-Meßeinrichtungen so auszurichten, daß der Wirkungsgrad auf ± 2 Prozentpunkte bestimmt werden kann. Die Toleranzen für die Prüfeinrichtungen sind im Anhang A festgelegt.

4.1 Brennstoff

Die Versuche werden mit handelsüblichem Heizöl nach Wahl des Kesselherstellers oder mit Kerosin durchgeführt.

Die Viskosität des Heizöles muß bei 20 °C einen Wert von $(5,5 \pm 0,5) \text{ mm}^2/\text{s}$ nach EN 267 besitzen.

Die Viskosität des Kerosins beträgt bei 20 °C $1,3 \text{ mm}^2/\text{s}$ bis $2,9 \text{ mm}^2/\text{s}$.

4.1.1 Mengen

Die Brennstoffmenge wird gewogen oder volumetrisch gemessen (siehe Bild 2).

4.1.2 Bestimmung des Heizwertes

4.1.2.1 Heizöl

- a) Sofern der Heizwert nicht kalorimetrisch bestimmt wird und keine Elementaranalyse vorliegt, können die Werte für Heizöl mit genügender Genauigkeit wie folgt angenommen werden:

$$H_u = 42,689 \text{ MJ/kg unter Voraussetzung von}$$

$$c = 0,86 \text{ kg/kg (Kohlenstoffanteil)}$$

$$h = 0,136 \text{ kg/kg (Wasserstoffanteil)}$$

$$s = 0,003 \text{ kg/kg (Schwefelanteil)}$$

bei einer Dichte des Heizöles bei 15 °C: 0,85 kg/dm³

- b) Wenn die Dichte und der Schwefelgehalt bekannt sind (z. B. aus der Elementaranalyse), kann der Heizwert wie folgt korrigiert werden:

$$H_u = 52,92 - (11,93 \times \rho_{15}) - (0,3 \times s) \text{ in MJ/kg} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

$$\rho_{15} = \text{Dichte des Heizöles bei 15 °C, in kg/dm}^3$$

$$s = \text{Schwefelanteil, in kg/kg}$$

4.1.2.2 Kerosin

- a) Sofern der Heizwert nicht kalorimetrisch bestimmt wird und keine Elementaranalyse vorliegt, können die Werte für Kerosin mit genügender Genauigkeit wie folgt angenommen werden:

$$H_u = 43,300 \text{ MJ/kg unter Voraussetzung von}$$

$$c = 0,85 \text{ kg/kg (Kohlenstoffanteil)}$$

$$h = 0,141 \text{ kg/kg (Wasserstoffanteil)}$$

$$s = 0,004 \text{ kg/kg (Schwefelanteil)}$$

bei einer Dichte des Kerosins bei 15 °C: 0,79 kg/dm³

- b) Wenn die Dichte und der Schwefelgehalt bekannt sind (z. B. aus der Elementaranalyse), kann der Heizwert nach 4.1.2.1 b) korrigiert werden.

4.1.3 Verbrennungskennwerte

Die benötigten Verbrennungskennwerte können aus der Elementaranalyse des Brennstoffes berechnet werden. (Siehe A.4)

4.2 Bestimmung der Abgaszusammensetzung

Die Geräte sind zum Vermeiden von Fehlmessungen an Orten mit möglichst konstanter Temperatur aufzustellen und schon längere Zeit vor Versuchsbeginn in Betrieb zu nehmen. (Siehe A.5)

5 Prüfungen

5.1 Bestimmung der Wärmeleistung und des Kesselwirkungsgrades

5.1.1 Verfahren der Wärmeleistungsmessung

Die an den Wärmeträger nutzbar abgegebene Wärmeleistung wird gemessen. Sie kann unmittelbar am Kessel oder mittelbar an einem Wärmeaustauscher bestimmt werden.

5.1.1.1 Wärmeleistung unmittelbar am Kessel

Die an das Heizwasser nutzbar abgegebene Wärmeleistung wird durch Messung des in den Kesselkreislauf eingespeisten Kaltwasser-Massenstromes und Temperaturerhöhung auf Vorlauftemperatur oder durch Messung des im Kesselkreislauf umgewälzten Wasser-Massenstromes und seiner Temperaturerhöhung ermittelt.

5.1.1.2 Wärmeleistungsmessung mittelbar an einem Wärmeaustauscher

Die vom Kessel gelieferte Wärmeleistung wird durch einen Wärmeaustauscher an das Kühlwasser übertragen. Die von diesem aufgenommene Wärmeleistung wird aus dem Durchfluß 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 sie sind zu berechnen.

Die Wärmeleistung des Kessels ist dann die Summe der beiden vorgenannten Wärmeleistungen.

5.2 Bestimmung der Nenn-Wärmeleistung

Die Prüfung für die Nenn-Wärmeleistung ist bei 100 bis 105 % der Kesselleistung durchzuführen. Dabei müssen die für die Nenn-Wärmeleistung geltenden Anforderungen erfüllt sein. Wird bei diesem Versuch eine der Anforderungen nicht erfüllt, so muß ein zweiter Versuch mit einer Kessel-Wärmeleistung von 95 bis 100 % durchgeführt werden. Die Garantiewerte für die Nenn-Wärmeleistung sind durch lineare Interpolation aus den Ergebnissen der beiden Prüfungen über der Wärmeleistung zu ermitteln.

Bei den Versuchen bei Nenn-Wärmeleistung muß während des Versuches die Vorlauftemperatur in ihrem Mittelwert zwischen 80 °C und 90 °C liegen, wobei die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf zwischen 10 K und 25 K liegen muß.

Eine Übertemperatur von

$$\frac{t_V + t_R}{2} - t_L \geq 50,0 \text{ K} \quad (2)$$

muß eingehalten werden.

5.3 Bestimmung des Kesselwirkungsgrades (direkte Methode)

Der Wirkungsgrad wird auf den unteren Heizwert H_u bezogen.

Für die Prüfung ist die direkte Methode anzuwenden. Die indirekte Methode ermöglicht zusätzlich über die Wärmeleistungsbilanz eine Kontrolle der Versuchsgenauigkeit des Prüfstandes, dabei werden die übrigen Verlustglieder ebenfalls ermittelt.

5.4 Versuchsdurchführung

5.4.1 Grundsätzliches

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

Die Mindestlufttemperatur der Umgebung ist ≥ 15 °C.

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

Die Temperaturen, die Drücke und die Abgaszusammensetzungen müssen kontinuierlich oder mindestens 1 mal je Minute gemessen und parallel durch schreibende Geräte aufgezeichnet werden. Die Zeitabstände sind so zu wählen, daß Meßwertschwankungen mit genügender Sicherheit erfaßt werden.

Die Temperaturen t_V und t_R sollen sich zu Beginn und am Ende des Versuches um nicht mehr als $0,5 \text{ (K/h)} \times \text{Versuchsdauer (h)}$ unterscheiden.

Während der Versuchsdauer für die Bestimmung des Kesselwirkungsgrades muß die Brennerleistung konstant sein und darf nicht durch den Thermostat oder Sicherheitstemperaturbegrenzer unterbrochen werden.

5.4.2 Einstellung des Förderdruckes

5.4.2.1 Kessel mit Unterdruck

Bei Kesseln für Unterdruckbetrieb wird der Förderdruck am Kesselende so eingestellt, daß im Feuerraum Unterdruck herrscht. Der Förderdruck ist zu messen.

5.4.2.2 Kessel mit Überdruck

In Überdruckkesseln muß der Förderdruck am Kesselende auf 0 mbar eingestellt werden. Der Druckunterschied zwischen Feuerraum und Kesselende muß gemessen werden.

5.4.3 Herstellen des Beharrungszustandes

Der Kessel soll vor Beginn der Leistungs- und Wirkungsgradprüfung etwa 1 Stunde mit der für den Versuch vorgesehenen Leistung betrieben werden.

Der Beharrungszustand gilt als erreicht, wenn sich die Wassertemperaturen um nicht mehr als $\pm 0,5 \text{ K/h}$ ändern.

5.4.4 Versuchsdauer

Die Versuchsdauer muß bei der Nenn-Wärmeleistungsprüfung mindestens 60 Minuten betragen. Dabei sind jeweils nach 30 Minuten Zwischenabschlüsse zu machen. Weichen deren Ergebnisse um mehr als 0,5 Wirkungsgradprozente voneinander ab, so ist der Versuch um jeweils 30 Minuten zu verlängern, bis eine sichere Aussage über die Erfüllung der Anforderungen möglich ist.

5.4.5 Prüfstandaufbau

Der Prüfstand ist so einzurichten, daß die in A.6 festgelegten Versuchsbedingungen eingehalten werden können und der Wirkungsgrad mit Meßtoleranzen von ± 2 Prozentpunkten bestimmt werden kann.

Andere gleichwertige Prüfstände sind zulässig.

5.5 Auswertung

Der Auswertung sind die Mittelwerte aus den Einzelablesungen während der Versuchszeit zugrunde zu legen.

5.5.1 Kesselleistung

Die notwendigen Berechnungsformeln für die einzelnen Prüfverfahren werden in A.7 angegeben.

5.5.2 Feuerungsleistung

Für die Berechnung gelten die Formeln in A.8.

5.5.3 Kesselwirkungsgrad

5.5.3.1 Direkte Methode

Nach der direkten Methode ist der Kesselwirkungsgrad bestimmt durch:

$$\eta_K = \frac{Q}{Q_B} \quad (3)$$

5.5.3.2 Indirekte Methode (nur für Kontrollzwecke, siehe A.9)

Nach der indirekten Methode ergibt sich der Kesselwirkungsgrad zu

$$\eta_K = 1 - q_A - q_U - q_S \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

q_A Verlust durch freie Wärme der Abgase (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung)

q_U Verlust durch unvollkommene Verbrennung (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung)

q_S Verlust durch Strahlung, Konvektion, Leitung (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung)

5.6 Bestimmung des wasserseitigen Widerstandes

Der wasserseitige Widerstand (gemessen in mbar) ist für den Durchfluß zu bestimmen, welcher der Nenn-Wärmeleistung des Heizkessels bei einer Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf von $\Delta t = 10$ und 20 K entspricht.

5.7 Bestimmung des Bereitschaftsverlustes

5.7.1 Allgemeines

Es darf keinerlei Nutzwärme für Heizung und Warmwasser abgeführt werden.

5.7.2 Prüfanordnung und Messung (siehe A.11)

Der Kessel wird in dem Zustand belassen, wie er für die Bestimmung von Q und η_K hergerichtet worden ist. Die Kurzschlußmeßstrecke bleibt angeschlossen. Bei Kesseln mit Warmwasserbereitung bleiben die Warm- und Kaltwasserleitungen angeschlossen, der Speicher ist gefüllt.

Die Zirkulation in der Kurzschlußmeßstrecke wird während der Stillstandszeit des Brenners unterbrochen.

5.7.3 Bereitschaftsverlust

Der Kesselregler ist so einzustellen, daß die ermittelte mittlere Temperatur am Kesselreglerfühler während Brennerbetrieb ohne Nutzwärmeabgabe um $(50 \pm 3) \text{ K}$ über Raumtemperatur liegt. Falls die mittlere Übertemperatur um mehr als 3 K von der vorgeschriebenen abweicht, ist der Versuch mit korrigierter Temperaturregler-Einstellung zu wiederholen.

Die Temperatur des Kessels und die Lufttemperatur in halber Kesselhöhe sind mittels automatisch arbeitender Geräte zu messen.

Am Meßstutzen für den Förderdruck ist während der gesamten Versuchszeit (bei Brennerstillstand) ein Unterdruck von 0,05 bis 0,07 mbar einzuhalten.

Die elektrische Energieaufnahme wird während des Versuches gemessen und im Prüfbericht angegeben.

5.7.3.1 Berechnung

Die Berechnung erfolgt nach A.11.2.

5.7.3.2 Bereitschaftsverlust von Kesseln ohne und mit 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 Bereitschaftsverlust muß nach dem Ende jeder Periode — vom Beginn des Versuches — berechnet werden.

Der Versuch kann beendet werden, wenn zwei Folgeergebnisse nicht mehr als 5 % voneinander abweichen. Der kleinste Wert von den beiden Ergebnissen wird dann der Berechnung von q_B — auf Soll-Temperatur bezogen — zugrunde gelegt (siehe A.11).

5.7.3.3 Bereitschaftsverlust von Kesseln mit temperaturgesteuerten Warmwasserbereitern, bei denen sich Schaltzeiten von Brennern und Ladepumpen überlagern

Die Geräte sind auf die vorgesehene Übertemperatur aufzuheizen:

- Kessel ohne gleitende Regelung: $(50 \pm 3) \text{ K}$
- Ladepumpenspeicher: $(40^{+5}_{-0}) \text{ K}$

Bei der Versuchsdurchführung ist zu beachten, daß die Periode des Speichers länger als die des Kessels sein kann (siehe Bild 6). Für die Bestimmung ist in diesem Falle die Periode des Speichers in Betracht zu ziehen. Das Ergebnis ist entsprechend 5.7.3.2 zu berechnen.

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

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

5.8 Teillast-Wirkungsgrad

Um den Wirkungsgrad bei einer Belastung zu bestimmen, die 30 % der Nennwärmebelastung oder des arithmetischen Mittels der maximalen und minimalen Wärmebelastung bei einstellbaren Kesseln entspricht, kann der Hersteller zwischen der direkten Methode oder der indirekten Methode wählen.

Es muß geprüft werden, ob die Anforderungen von prEN 303-2 : 1998, 3.2 erfüllt sind.

ANMERKUNG: Hinweise und Bewertung der Prüfstandsaufbauten siehe Anhang E.

5.8.1 Direkte Methode

Der Kessel wird wie bei der Bestimmung des Wirkungsgrades bei Nennwärmebelastung oder bei dem arithmetischen Mittel der maximalen und minimalen Wärmebelastung bei einstellbaren Kesseln betrieben.

Während der Prüfung wird das Volumen des Wasserdurchflusses innerhalb $\pm 1 \%$, unter Berücksichtigung von Temperaturschwankungen, konstant gehalten. Die Pumpe läuft im Dauerbetrieb.

5.8.1.1 Betriebsart Nr 1

Der Kessel wird, wie in A.6 beschrieben, in einen wärmege-dämmten Prüfaufbau, entsprechend den schematischen Darstellungen in Bild A.1 oder Bild A.2, installiert (oder in irgendeinen anderen Prüfaufbau, der vergleichbare Meß-ergebnisse und entsprechende Meßgenauigkeit ergibt).

Die Rücklauftemperatur des Kessels wird auf $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$ konstant gehalten, wobei eine maximale Schwankung der Temperatur von $\pm 1 \text{ K}$ während des Meßzeitraumes zulässig ist.

Wenn die Regeleinrichtung des Kessels den Betrieb bei einer so niedrigen Rücklauftemperatur von 47°C nicht zuläßt, wird die Prüfung bei der niedrigsten durch die Regelung möglichen Temperatur durchgeführt.

Eine Zeitschaltuhr wird an den Anschlüssen des Raumthermostates angeschlossen, so daß ein gesamter Betriebszyklus von 10 min erzielt wird.

Die Betriebs- und Abschaltzeiten werden, wie in Tabelle 2 angegeben, berechnet.

Die Temperaturen sind fortlaufend unmittelbar am Vorlauf und Rücklauf des Kessels zu messen.

Der Kessel wird als im Beharrungszustand betrachtet, wenn die Messung des Wirkungsgrades von drei aufeinanderfolgenden Zyklen um nicht mehr als 0,5 % abweicht, wobei zwei von drei Ergebnissen kombiniert werden. In diesem Fall stellt der Mittelwert von mindestens drei aufeinanderfolgenden Meßzyklen das Ergebnis dar. Andernfalls muß der Mittelwert aus mindestens zehn aufeinanderfolgenden Zyklen errechnet werden.

Der entsprechende Brennstoff- und Wasserverbrauch innerhalb der gesamten Zyklen wird festgestellt.

Die Temperaturen t_1 und t_2 werden fortlaufend gemessen.

Der Wirkungsgrad ist mit Hilfe der folgenden Formel zu bestimmen:

$$\eta_K = \frac{W \cdot (t_2 - t_1) \cdot 4,186 + Q}{V \cdot H_i \cdot 10^3} \quad (5)$$

Dabei ist:

W gesamte Wassermenge, die während der Prüfung gesammelt wurde, in kg;

t_1 Temperatur des kalten Wassers oder des Kühlwassers im Sekundärwärmetauscher, in $^\circ\text{C}$;

t_2 Temperatur des gesammelten Wassers, in $^\circ\text{C}$;

Q Wärmeverlust des Prüfaufbaues entsprechend der maximalen Vorlauftemperatur (mit Berücksichtigung der Wärmeabgabe der Pumpen) in kJ;

V gesamter Brennstoffverbrauch in kg;

H_i Heizwert des Brennstoffes, der für die Prüfung eingesetzt wird, in MJ/kg.

Eine Abweichung von $\pm 2 \%$ von 30 % der Nennwärmebelastung ist zulässig. Bei Abweichungen bis $\pm 4 \%$ müssen zwei Messungen durchgeführt werden, wobei eine oberhalb und die andere unterhalb 30 % der Nennwärmebelastung liegen muß. Der entsprechende Wirkungsgrad bei 30 % wird durch lineare Interpolation bestimmt.

5.8.1.2 Betriebsart Nr 2

Der Kessel wird, wie in A.6 beschrieben, in einen wärmege-dämmten Prüfaufbau, entsprechend den schematischen Darstellungen in Bild A.1 oder Bild A.2, installiert (oder in irgendeinen anderen Prüfaufbau, der vergleichbare Meß-ergebnisse und entsprechende Meßgenauigkeit ergibt).

Die Vorlauf- und Rücklauftemperatur sowie die Betriebs- und Stillstandszeiten des Kessels werden durch die Regeleinrichtung des Kessels vorgegeben, wenn eine Leistung über den Wärmeaustauscher abgenommen wird, die zu einem Betrieb des Brenners bei $(30 \pm 2) \%$ der Nennwärmebelastung (oder des arithmetischen Mittels der maximalen und minimalen Wärmebelastung bei einstellbaren Kesseln) führt.

Die Temperaturen werden fortlaufend am Vorlauf und Rücklauf des Kessels gemessen.

Die mittlere Wassertemperatur darf 50°C nicht unterschreiten.

Wenn die Regeleinrichtung des Kessels den Betrieb bei einer so niedrigen Temperatur von 50°C nicht erlaubt, wird die Prüfung bei der niedrigsten mit der Regeleinrichtung möglichen Rücklauftemperatur durchgeführt.

Der Kessel wird als im Beharrungszustand befindlich betrachtet, wenn die Messung des Wirkungsgrades von drei aufeinanderfolgenden Zyklen um nicht mehr als 0,5 % abweicht, wobei zwei von drei Ergebnissen kombiniert werden. In diesem Fall stellt der Mittelwert von mindestens drei aufeinanderfolgenden Meßzyklen das Ergebnis dar. Andernfalls muß der Mittelwert aus mindestens zehn aufeinanderfolgenden Zyklen errechnet werden.

Der entsprechende Brennstoff- und Wasserverbrauch innerhalb der gesamten Zyklen wird festgestellt.

Der Wirkungsgrad ist mit Hilfe der Formel nach 5.8.1.1 zu bestimmen.

Eine Abweichung von $\pm 2 \%$ von 30 % der Nennwärmebelastung ist zulässig. Bei Abweichungen bis $\pm 4 \%$ müssen zwei Messungen durchgeführt werden, wobei eine oberhalb und die andere unterhalb 30 % der Nennwärmebelastung

liegen muß. Der entsprechende Wirkungsgrad bei 30 % wird durch lineare Interpolation bestimmt.

5.8.2 Indirekte Methode

5.8.2.1 Messungen

5.8.2.1.1 Wirkungsgrad bei Nennwärmebelastung und 50 °C

Die Prüfung nach 5.5.3 bei Nennwärmebelastung (oder dem arithmetischen Mittel der maximalen und minimalen Wärmebelastung bei einstellbaren Kesseln) wird bei einer Vorlauftemperatur von $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer Rücklauftemperatur von $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ wiederholt, wobei die mittlere Temperatur $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ ist.

Der gemessene Wert η_1 wird notiert.

5.8.2.1.2 Wirkungsgrad bei der kleinsten durch die Regelung sich ergebenden Wärmebelastung

Wenn der Kessel mit einer Regelung ausgerüstet ist, die einen verminderten Durchfluß zum Hauptbrenner ermöglicht, wird eine Prüfung bei der kleinsten mit der Regelung sich ergebenden Wärmebelastung bei einer Vorlauftempe-

ratur von $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer Rücklauftemperatur von $(45 \pm 1)^\circ\text{C}$ durchgeführt, wobei die mittlere Temperatur $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ ist.

Der gemessene Wert wird als η_2 bezeichnet.

5.8.2.1.3 Stillstandsverluste

Der Prüfaufbau ist in Bild 1 dargestellt.

Die Kreise, die verschiedene Teile der Anlage verbinden, müssen wärmegeklämt und so kurz wie möglich sein. Die Verluste der Prüfanlage selbst sowie der Wärmeanteil der Pumpe für die verschiedenen Durchflüsse müssen am Anfang bestimmt werden, so daß sie einbezogen werden können (siehe Anhang F).

Der Kessel wird an ein Abgasrohr mit dem größten vom Hersteller in seinen Anleitungen festgelegten Durchmesser angeschlossen.

Die Kesselwassertemperatur wird zunächst auf eine mittlere Temperatur von $(30 \pm 5)^\circ\text{C}$ oberhalb der Umgebungstemperatur gebracht. Die Brennstoffversorgung wird dann abgeschaltet, die Pumpe (11) und die Kesselpumpe, wenn vorhanden, angehalten und der Wärmetauscherkreis (12) abgesperrt.

Tabelle 1: Zur Berechnung des Teillast-Wirkungsgrades benötigte Formelzeichen und Größen

Betriebsphasen des Hauptbrenners	Wärmebelastung kW	Betriebszeit s	Gemessene Größe bei 50 °C
Vollast Teillast	Q_1 Q_2	t_1 t_2	Wirkungsgrad η_1 η_2
Regelabschaltung	—	t_3	Stillstandsverluste P_s

Tabelle 2: Berechnung des Teillast-Wirkungsgrades

Betriebsbedingungen	Wärmebelastung	Zykluszeiten	Meßwert	Wirkungsgrad
1 Teillast 30 %	$Q_2 = 0,3 Q_n$	$t_2 = 600 \text{ s}$	η_2	$\eta_u = \eta_2$
2 Vollast Regelabschaltung	$Q_1 = Q_n$	$t_1 = 180 \text{ s}$ $t_3 = 420 \text{ s}$	η_1 P_s	$\eta_u = \frac{(\eta_1 Q_1 t_1) - (P_s t_3)}{Q_1 t_1}$
3 Teillast Regelabschaltung	$Q_2 > 0,3 Q_n$	$t_2 = \frac{180 Q_1}{Q_2}$ $t_3 = 600 - t_2$	η_2 P_s	$\eta_u = \frac{(\eta_2 Q_2 t_2) - (P_s t_3)}{Q_2 t_2}$
4 Vollast Niedrige Stufe	$Q_1 = Q_n$ $Q_2 < 0,3 Q_n$	$t_1 = \frac{180 Q_1 - 600 Q_2}{Q_1 - Q_2}$ $t_2 = 600 - t_1$	η_3 η_2	$\eta_u = \frac{(\eta_1 Q_1 t_1) + (\eta_2 Q_2 t_2)}{Q_1 t_1 + Q_2 t_2}$
5 Vollast Teillast Regelabschaltung	$Q_1 = Q_n$ Q_2	$t_1 = \text{Meßwert (siehe Anhang G)}$ $t_2 = \frac{(180 - t_1) Q_1}{Q_2}$ $t_3 = 600 - (t_1 + t_2) \geq 0$	η_1 η_2 P_s	$\eta_u = \frac{(\eta_1 Q_1 t_1) + \eta_2 Q_2 t_2 - P_s t_3}{Q_1 t_1 + Q_2 t_2}$