

DIN EN 304



ICS 91.140.10

Einsprüche bis 2023-05-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 304:2018-02

Entwurf

**Heizkessel –
Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern;
Deutsche und Englische Fassung prEN 304:2023**

Heating boilers –
Test code for heating boilers for atomizing oil burners;
German and English version prEN 304:2023

Chaudières de chauffage –
Règles d'essai pour les chaudières avec brûleurs fioul à pulvérisation;
Version allemande et anglaise prEN 304:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-03-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 107 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 304:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 57 „Zentralheizungskessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-01-62 AA „Zentralheizungskessel (SpA CEN/TC 57)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 304:2018-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Verbesserungen und Vorschläge aus dem Ecotest Ringtest wurden eingearbeitet.
- b) neuer Anhang F zur Klärung der Berechnungen wurde hinzugefügt;
- c) neue Abschnittskennzeichnung und Betriebsanleitung wurde hinzugefügt;
- d) normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- e) Verfahren 1 zur Ermittlung des Bereitschaftswärmeverlusts wurde gelöscht;
- f) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Heizkessel – Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern

Heating boilers – Test code for heating boilers for atomizing oil burners

Chaudières de chauffage – Règles d’essai pour les chaudières avec brûleurs fioul à pulvérisation

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeine Prüfbedingungen	6
5 Messgenauigkeiten und -unsicherheiten	7
6 Messungen für den Heizbetrieb	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Ermittlung der Nennwärmeleistung	8
6.3 Ermittlung des Kesselwirkungsgrads bei Nennwärmeleistung	8
6.4 Durchführung der Prüfung	9
6.4.1 Allgemeine Prüfbedingungen	9
6.4.2 Einstellung des Förderdrucks	9
6.4.3 Herstellen des Beharrungszustands	9
6.4.4 Prüfdauer	9
6.5 Berechnung	9
6.5.1 Allgemeines	9
6.5.2 Nennwärmeleistung	10
6.5.3 Wärmebelastung des Kessels	10
6.5.4 Kesselwirkungsgrad	10
6.6 Ermittlung des wasserseitigen Widerstands	10
6.7 Ermittlung des Bereitschaftswärmeverlusts	11
6.7.1 Allgemeines	11
6.7.2 Bereitschaftswärmeverlust	11
6.8 Wirkungsgrad bei 30 % der Nennwärmeleistung	14
6.8.1 Allgemeines	14
6.8.2 Wirkungsgrad bei 30 % – Verfahren 1 (zeitabhängiges Verfahren)	14
6.8.3 Wirkungsgrad bei 30 % – Verfahren 2 (lastabhängiges Verfahren)	14
6.9 Hilfsenergieverbrauch	15
6.10 Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz	16
6.11 Verifizierung der Nennwärmeleistung bei Kondensatbildung	16
6.12 Kondensatbildung	16
6.13 Funktionsprüfung des temperaturabhängigen RS, Typ TR und des temperaturabhängigen RS, Typ STB am Kessel	16
6.14 Oberflächentemperatur	20
6.15 Bodentemperaturen	20
6.16 Begrenzung der Temperatur der Prüfplatten	20
6.17 Emissionswerte für NO _x und CO	21
6.17.1 Allgemeines	21
6.17.2 Einheiten	21
6.17.3 Zusammenbauten aus einem Kessel mit mehreren Brennern	21
7 Messungen für den Sanitärwasserbereitungsbetrieb	22
8 Prüfbericht und sonstige Dokumente	22
Anhang A (normativ) Berechnungen für den Heizbetrieb	23
A.1 Volumenmessung	23
A.2 Berechnung der Verbrennungsparameter	23
A.3 Ermittlung des Luftfaktors (λ) und des Luftüberschusses (e)	27
A.4 Prüfstand	28
A.4.1 Prüfstand mit Wärmetauscher	28
A.4.2 Prüfstand mit Kurzschlussabschnitt	29
A.5 Berechnung der Nennwärmeleistung P_N	29

A.6	Berechnung der Wärmebelastung	30
A.6.1	Zugeführte Wärmemenge	30
A.7	Berechnung des Wirkungsgrads	30
A.8	Berechnung der Wärmeverluste q_A , q_U , q_S	31
A.8.1	Wärmeverlust q_A	31
A.8.2	Wärmeverlust q_U	33
A.8.3	Wärmeverlust q_S	34
A.9	Bereitschaftswärmeverlust (P_{stby})	35
A.9.1	Berechnung von (P_{stby}) für Verfahren 1	35
A.9.2	Berechnung für Verfahren 2	36
A.10	Berechnung der jahreszeitbedingten Raumheizungs-Energieeffizienz	36
A.10.1	Umwandlung in den Wirkungsgrad bezogen auf den spezifischen Brennwert	36
A.10.2	Berechnung der jahreszeitbedingten Raumheizungs-Energieeffizienz	37
A.11	Brennstoffeigenschaften	38
A.11.1	Brennstoffqualität	38
A.11.2	Mengen	38
Anhang B (informativ)	Anwendbare Symbole und Einheiten	40
Anhang C (informativ)	Kriterien für die Anpassung von mit flüssigen Brennstoffen betriebenen Gebläsebrennern an Heizkessel	43
Anhang D (informativ)	Hinweise für den Aufbau und die Bewertung des Prüfstands	45
Anhang E (informativ)	Ermittlung der Wärmeverluste des Prüfstands	46
Anhang F (informativ)	Alternatives Prüfverfahren zur Bestimmung der Wärmeleistung als Enthalpieunterschied	47
F.1	Allgemeines	47
F.2	Berechnung der Wärmeleistung	47
F.3	Berechnung der Wasserenthalpie (H_W)	48
F.4	Einführung	48
F.5	Einführung	49
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung nach der abzudeckenden Verordnung (EU) Nr. [813/2013] der Kommission	50
Anhang ZB (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung nach der abzudeckenden delegierten Verordnung (EU) Nr. [811/2013] der Kommission	51
Literaturhinweise		52

Bilder

Bild 1	— Ermittlung des hydraulischen Widerstands	11
Bild 2	— Prüfstand zur Ermittlung der Wärmeabgabe des Kessels bei abgeschaltetem Brenner sowie zur Ermittlung der Wärmekapazität des Kessels	13
Bild 3	— Messeinrichtung zur Ermittlung der Brennstoffmenge	17
Bild 4	— Abgasabschnitt – Allgemein	17
Bild 5	— Abgasabschnitt – Messfühlerinstallation	18
Bild 6	— Abgasabschnitt – Temperaturmessung	18
Bild 7	— Prüfkfiguration zur Ermittlung von Sockeltemperaturen	19
Bild 8	— Konfiguration eines Thermoelements zur Messung der Oberflächentemperaturen des Prüfsockels	20
Bild A.1	— Prüfstand mit Wärmetauscher	28
Bild A.2	— Prüfstand mit Kurzschlussabschnitt und drei möglichen Anordnungen zur Kaltwasserversorgung	29
Bild A.3	— Mittlere spezifische Wärmekapazitäten für trockene Verbrennungsprodukte und Wasserdampf bei Abgastemperaturen bis zu und einschließlich 500 °C	33

Bild A.4 — Gesamter Wärmeübertragungskoeffizient α durch Strahlung und freie Konvektion an den horizontalen und vertikalen Oberflächen bei Umgebungstemperatur $T_A = 20\text{ °C}$ als Funktion der mittleren Oberflächentemperatur T_m	35
Bild C.1 — Mindestabmessungen des Feuerraums	43
Bild C.2 — Abstand zwischen Düse und Kesselwand	44

Tabellen

Tabelle 1 — Berechnung der Zykluszeiten für den Wirkungsgrad bei 30 % — Verfahren 1	15
Tabelle 2 — NO _x -Werte	21
Tabelle A.1 — Berechnung der Verbrennungsparameter	25
Tabelle B.1 — Symbole und Einheiten	40
Tabelle F.1 — Beispiele für berechnete Werte	49
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Verordnung (EU) Nr. [813/2013] der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen und dem Normungsauftrag „M/535“ der Kommission	50
Tabelle ZB.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der delegierten Verordnung (EU) Nr. [811/2013] der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie dem Normungsauftrag „M/534“ der Kommission	51

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 304:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 57 „Zentralheizungskessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument wird EN 304:2017 ersetzen.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA und informativen Anhang ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA und informativen Anhang ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

Die wesentlichen technischen Änderungen im Vergleich zu EN 303-2:2017 sind folgende:

- a) neuer Anhang F zur Klärung der Berechnungen wurde hinzugefügt;
- b) neue Abschnittskennzeichnung und Betriebsanleitung wurde hinzugefügt;
- c) normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- d) Verfahren 1 zur Ermittlung des Bereitschaftswärmeverlusts wurde gelöscht.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument wird zur Ermittlung der Leistung von mit flüssigen Brennstoffen befeuerten Heizkesseln und Kombi-Kesseln angewendet. Die Anforderungen an die Heizleistungen sind in EN 303-1 und EN 303-2 festgelegt.

Die Prüfregeln enthalten die Anforderungen und Empfehlungen für die Durchführung und Auswertung des Verfahrens zur Prüfung von Kesseln sowie Angaben über die technischen Bedingungen, unter denen die Prüfungen stattfinden.

Die Anforderungen und die Durchführung von Prüfungen für die sanitäre Warmwasserbereitung von Kombi-Kesseln sind in EN 303-6 festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 267:2020, *Gebläsebrenner für flüssige Brennstoffe*

EN 303-1:2017, *Heizkessel — Teil 1: Heizkessel mit Gebläsebrennern — Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

EN 303-2:2017, *Heizkessel — Teil 2: Heizkessel mit Gebläsebrennern — Spezielle Anforderungen an Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern*

EN 303-6¹, *Heizkessel — Teil 6: Heizkessel mit Gebläsebrennern — Spezielle Anforderungen an die trinkwasserseitige Funktion und energetische Bewertung von Wassererwärmern und von Kombi-Kesseln mit Ölzerstäubungsbrennern mit einer Nennwärmeleistung kleiner als oder gleich 70 kW*

EN 15456, *Heizkessel — Elektrische Leistungsaufnahme für Wärmeerzeuger — Systemgrenzen — Messungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 303-1:2017 und EN 303-2:2017 und die folgenden Begriffe.

3.1

kleinste kontinuierliche Wärmeleistung

$P_{\min C}$

nach den Anforderungen dieses Dokuments für jede Brennstoffart festgelegte minimale Wärmeleistung des Heizkessels, die im Dauerbetrieb durch eine automatische Regeleinrichtung aufrechterhalten wird

4 Allgemeine Prüfbedingungen

Die Leistungsprüfungen des Kessels sollten von einem Prüflabor durchgeführt werden, das die Anforderungen von EN ISO/IEC 17025 erfüllt.

Die Probe muss einem handelsüblichen Kessel einschließlich aller für den Betrieb des Kessels erforderlichen Komponenten und Zubehöerteile entsprechen. Mit unterschiedlichen Brennern ausgerüstete Kessel müssen mit einem festgelegten Gebläsebrenner geprüft werden.

¹ Geändert durch EN 303-6/prA1.

Der Kessel und der Brenner müssen bei allen Prüfungen in Übereinstimmung mit dem Betriebshandbuch betrieben werden.

Bei der Ermittlung der Wärmeleistungen P_N und 30 % P_N eines Kombi-Kessels darf während der Prüfung kein sanitäres Warmwasser abgelassen werden. Die Wärmeleistungen müssen ausschließlich anhand des Heizkreises ermittelt werden.

Prüfungen der sanitären Warmwasserbereitung von Kombi-Kesseln müssen nach EN 303-6 erfolgen.

5 Messgenauigkeiten und -unsicherheiten

Die Fehlergrenze der Messgeräte darf folgende Werte für die einzelnen Parameter nicht überschreiten:

- a) Atmosphärendruck 50 Pa;
- b) wasserseitiger Druckabfall 2 % des Messwerts;
- c) Wasserstrom 1 % des Messwerts;
- d) Luftvolumenstrom 2 % des Messwerts;
- e) Zeit
 - 1) bis zu 1 h: 0,2 s;
 - 2) über 1 h: 0,1 % des Messwerts;
- f) elektrische Hilfsenergie 2 % des Messwerts;
- g) Temperaturen:
 - 1) Umgebung 2 K;
 - 2) Wasser 1 K;
 - 3) Verbrennungsprodukte 2 K;
 - 4) Oberfläche 2 K;
- h) CO, CO₂, O₂, NO_x, C_xH_y:
 - 1) CO₂-Gehalt: 0,1 % Volumenanteil des Messbereichs;
 - 2) O₂-Gehalt: 0,1 % Volumenanteil des Messbereichs;
 - 3) CO-Gehalt: 5 ml/m³;
 - 4) NO_x-Gehalt: 5 ml/m³;
 - 5) C_xH_y-Gehalt: 5 ml/m³;
- i) Masse 0,05 % des Messbereichs;
- j) Abgasdruck:
 - 1) ≤ 60 Pa: 1 Pa;

2) $> 60 \text{ Pa}$: 2 % des Messwerts.

Der Messbereich des Messgeräts ist so zu wählen, dass er sich für den erwarteten Höchstwert eignet. Die oben angegebenen Messgenauigkeiten gelten für Einzelmessungen.

Bei Messungen, die eine Kombination aus Einzelmessungen erfordern, sind ggf. die höheren Genauigkeiten in Verbindung mit Einzelmessungen notwendig, um die erforderliche Gesamt-Messunsicherheit zu erhalten. Der Prüfstand muss so aufgebaut sein, dass der Wirkungsgrad innerhalb einer Messunsicherheit von 2 Prozentpunkten ermittelt werden kann.

6 Messungen für den Heizbetrieb

6.1 Allgemeines

Es wird die Menge der an den Wärmeträger (Wasser) abgegebenen Nutzwärmeleistung gemessen. Diese kann im Kesselkreislauf oder mittels eines sekundären Wärmetauschers ermittelt werden.

Die Menge der an das Wasser abgegebenen Nutzwärmeleistung wird ermittelt anhand der Messung von entweder:

- a) der Durchflussmenge des in den Kesselkreislauf eintretenden Kaltwassers und des Temperaturanstiegs zwischen der Rücklauftemperatur und der Vorlauftemperatur; oder
- b) der Durchflussmenge des im Kesselkreislauf zirkulierenden Wassers und seines Temperaturanstiegs; oder
- c) der Durchflussmenge und des Temperaturanstiegs über einen sekundären Wärmetauscher, korrigiert um den Wärmeverlust dieses sekundären Wärmetauschers. Die vom Kessel erzeugte Wärme wird über einen sekundären Wärmetauscher an das Kühlwasser abgegeben. Die vom Wasser aufgenommene Wärme wird anhand der Durchflussmenge und des Temperaturanstiegs des Kühlwassers berechnet. Die Wärmeverluste an den gut isolierten Verbindungen zwischen Kessel und sekundärem Wärmetauscher sowie am sekundären Wärmetauscher selbst werden entweder anhand vorausgehender Prüfungen oder durch Berechnung ermittelt. Die Wärmeleistung des Kessels ist die Summe der beiden Wärmemengen.

6.2 Ermittlung der Nennwärmeleistung

Die Prüfungen zur Ermittlung der Nennwärmeleistung müssen mit einer Brennerleistung durchgeführt werden, die eine Wärmeleistung von mindestens 100 %, aber nicht größer als 105 % des Nennwerts ermöglicht, und die Anforderungen bezüglich der Nennwärmeleistung müssen erfüllt werden.

Wenn die Wärmeleistung 105 % übersteigt, muss eine zweite Prüfung mit einer Brennerleistung zwischen 95 % und 100 % der Nennwärmeleistung des Kessels durchgeführt werden.

Der tatsächliche Wert der Nennwärmeleistung muss durch lineare Interpolation zwischen den beiden Prüfergebnissen ermittelt werden.

Die Nennwärmeleistung muss mit einem Wasserdurchfluss ermittelt werden, der so eingestellt ist, dass eine Rücklauftemperatur von $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$ und eine Temperaturdifferenz von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ zwischen der Vorlauf- und Rücklauftemperatur erreicht wird.

ANMERKUNG Die Bedingungen für die Ermittlung der Nennwärmeleistung in früheren Versionen von EN 304 waren eine mittlere Vorlauftemperatur zwischen 80°C und 90°C sowie eine mittlere Temperaturdifferenz von 10 K und 25 K zwischen Vorlauf und Rücklauf. Das entspricht jedoch nicht der Verordnung (EU) Nr. 813/2013.

6.3 Ermittlung des Kesselwirkungsgrads bei Nennwärmeleistung

Der Kesselwirkungsgrad bei Nennwärmeleistung wird über die Ermittlung der Nennwärmeleistung gemessen (siehe 6.2).

Der Wirkungsgrad muss auf Grundlage des spezifischen Heizwerts (NCV; en: net calorific value) ermittelt werden.

Es muss das direkte Verfahren nach 6.5.4.1 angewendet werden. Das indirekte Verfahren ermöglicht eine zusätzliche Überprüfung der Prüfgenauigkeit des Prüfstands, die mithilfe einer Energiebilanz vorzunehmen ist.

6.4 Durchführung der Prüfung

6.4.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Der Kessel wird in Übereinstimmung mit den technischen Anweisungen in einem gut belüfteten, zugfreien Raum (Luftgeschwindigkeit unter 0,5 m/s) installiert, in dem eine Umgebungstemperatur von (20 ± 5) K herrscht. Der Kessel wird vor direkter Sonnenstrahlung geschützt.

Nach der Einrichtung darf keine manuelle Änderung der Brennereinstellungen mehr vorgenommen werden. Während einer Prüfdauer dürfen keine Änderungen am Wasserstrom oder anderen Prüfparametern vorgenommen werden.

Temperatur, Druck und Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte müssen fortlaufend gemessen und mit einer Abtastrate von weniger als 10 s aufgezeichnet werden.

Die Vorlauftemperatur t_F und die Rücklauftemperatur t_R dürfen zu Beginn und am Ende der Prüfdauer nicht um mehr als $\pm 0,5$ K über die Prüfdauer abweichen.

6.4.2 Einstellung des Förderdrucks

6.4.2.1 Mit Unterdruck betriebene Kessel

Bei mit Unterdruck betriebenen Kesseln muss der Förderdruck am Kesselaustritt so eingestellt werden, dass im Feuerraum Unterdruck herrscht. Der Förderdruck muss gemessen werden.

6.4.2.2 Mit Überdruck betriebene Kessel

Bei Überdruckkesseln muss der Druck am Kesselaustritt nahe bei 0 Pa eingestellt sein. Die Druckdifferenz zwischen Feuerraum und Kesselaustritt muss gemessen werden.

6.4.3 Herstellen des Beharrungszustands

Der Kessel muss vor Beginn der Leistungs- und Wirkungsgradprüfung mindestens 1 h mit der für die Prüfung vorgesehenen Leistung störungsfrei in Betrieb sein.

Der Beharrungszustand ist erreicht, sobald die Wassertemperaturen t_F und t_R nicht um mehr als $\pm 0,5$ K schwanken.

6.4.4 Prüfdauer

Die Prüfdauer muss mindestens 60 min betragen.

6.5 Berechnung

6.5.1 Allgemeines

Die Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Ablesungen aller Parameter beruhen, die während der Prüfdauer von zwei aufeinanderfolgenden 30-minütigen Prüfsequenzen, die die Anforderungen von 6.4.4 erfüllen, aufgezeichnet wurden.

6.5.2 Nennwärmeleistung

Die für die einzelnen Prüfverfahren notwendigen Gleichungen sind in Abschnitt A.5 aufgeführt.

6.5.3 Wärmebelastung des Kessels

Für diese Berechnungen müssen die Gleichungen in Abschnitt A.6 verwendet werden.

6.5.4 Kesselwirkungsgrad

6.5.4.1 Direktes Verfahren

Im direkten Verfahren muss der Kesselwirkungsgrad ermittelt werden durch:

$$\eta_K = \frac{P}{Q_B} \times 100 \quad (1)$$

P und Q_B wie in Anhang A festgelegt.

ANMERKUNG P entspricht entweder P_N oder 30 % P_N .

6.5.4.2 Indirektes Verfahren

Das indirekte Verfahren wird nur für Überprüfungszwecke verwendet. Der indirekte Kesselwirkungsgrad wird angegeben durch:

$$\eta_k = 1 - q_A - q_U - q_S \quad (2)$$

Dabei ist

q_A der Verlust über fühlbare Wärme der Verbrennungsprodukte (Werte bezogen auf die Wärmebelastung);

q_U der Verlust durch unvollständige Verbrennung (Werte bezogen auf die Wärmebelastung);

q_S der Verlust durch Strahlung, Konvektion und Ableitung (Werte bezogen auf die Wärmebelastung).

Diese Wärmeverluste werden in Abschnitt A.8 berechnet.

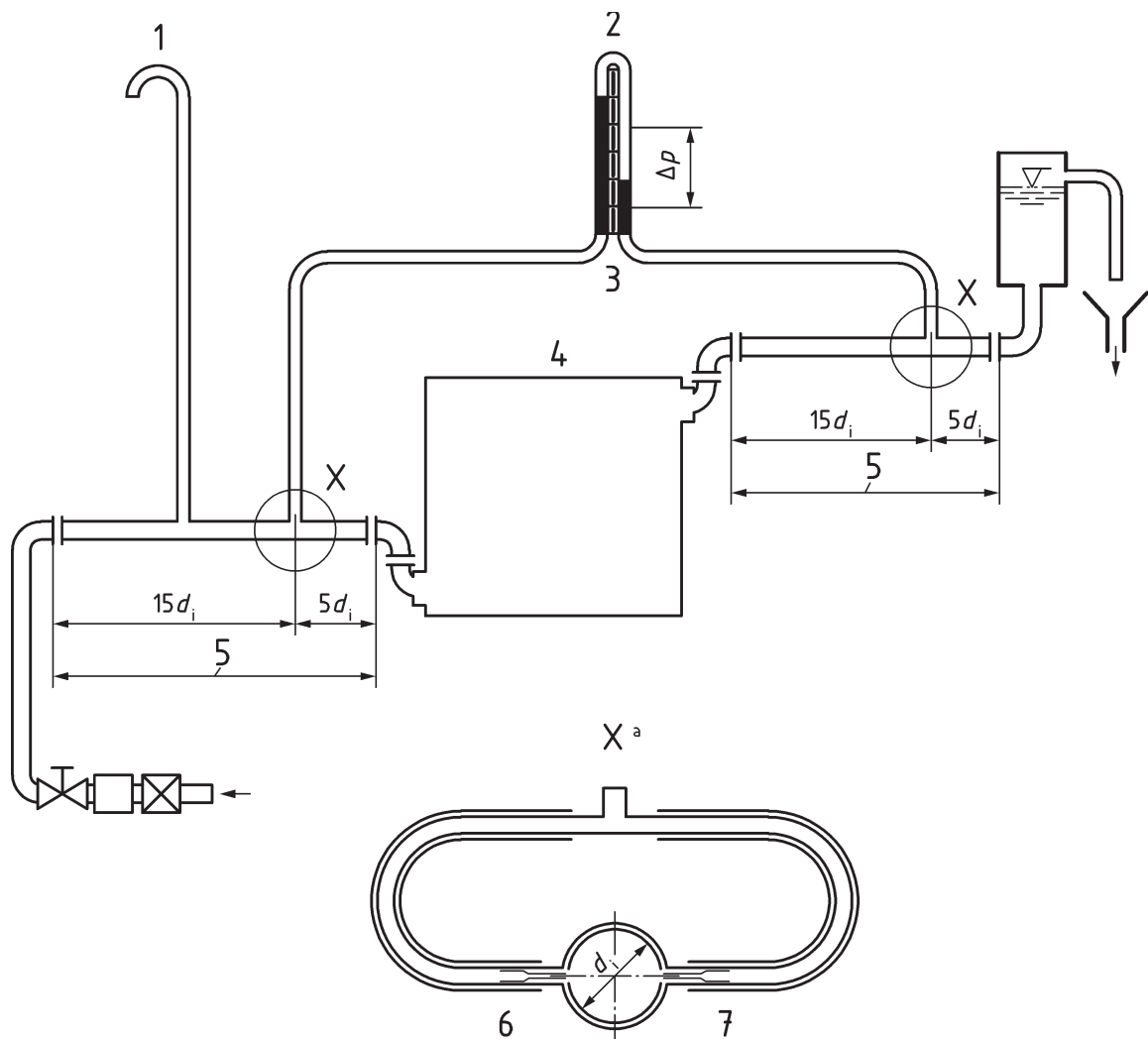
6.6 Ermittlung des wasserseitigen Widerstands

Der hydraulische Widerstand eines Kessels (gemessen in mbar) muss für den Wasserdurchfluss ermittelt werden, der dem Betrieb des Kessels bei Nennwärmebelastung mit einer Wasservorlauftemperatur von 80 °C und einer Temperaturdifferenz von 20 K zwischen der Vorlauf- und Rücklauftemperatur entspricht.

Andere Bedingungen werden akzeptiert, wenn sie dokumentiert werden.

Die Prüfung wird mit Wasser bei Umgebungstemperatur durchgeführt.

Der Prüfstand ist in Bild 1 spezifiziert. Vor oder nach der Prüfung werden die beiden Prüfleitungen direkt miteinander verbunden, um ihren eigenen Widerstand für den angegebenen Durchfluss zu ermitteln.



Legende

- 1 Entlüftung
- 2 Differenzdruckmessgerät
- 3 flexible Schläuche
- 4 Kessel
- 5 Prüfrohr
- ^a Abschnitt bei „X“ um 90° gedreht
- 6 flexibles Rohr
- 7 Öffnung ø 3 mm, innen geglättet

Bild 1 — Ermittlung des hydraulischen Widerstands

6.7 Ermittlung des Bereitschaftswärmeverlusts

6.7.1 Allgemeines

Es darf keine Nutzwärme zum Heizen oder für sanitäre Warmwasserbereitung abgezogen werden.

6.7.2 Bereitschaftswärmeverlust

Der Prüfstand ist in Bild 3, Bild 4 und Bild 5 beschrieben.

Die Kreisläufe zur Zusammenführung der verschiedenen Teile des Prüfstands müssen isoliert und so kurz wie möglich sein. Die Eigenverluste des Prüfstands und der thermische Beitrag der Pumpe für die verschiedenen Durchflussmengen müssen zu Beginn ermittelt werden, damit sie berücksichtigt werden können (siehe Anhang B).

Der Kessel ist mit einem Abgasrohr mit dem vom Hersteller in den technischen Anweisungen angegebenen Höchstdurchmesser sowie einem Brenner ausgestattet, ist aber nicht in Betrieb. Die Prüfung wird üblicherweise mit einem Brenner ohne Zuluftklappen durchgeführt. Die Verwendung eines Brenners mit Zuluftklappen muss im Prüfbericht angegeben werden.

ANMERKUNG Der ideale Abstand beträgt 1 m.

Das Kesselwasser wird auf eine mittlere Temperatur von (30 ± 5) K über Umgebungstemperatur gebracht. Die Pumpe (Bild 2, Legendenpunkt 11) und die Kesselpumpe, sofern vorhanden, werden angehalten und der Wärmetauscherkreislauf (Bild 2, Legendenpunkt 12) wird abgeschaltet.

Während das Wasser über die Pumpe (Bild 2, Legendenpunkt 5) des Prüfstands fortlaufend zirkuliert, wird der thermische Beitrag des Elektrokessels so eingestellt, dass im Beharrungszustand eine Differenz von (30 ± 5) K zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Umgebungstemperatur erreicht wird.

Während der Prüfung darf die Schwankung der Raumtemperatur nicht größer als 2°C/h sein.

Die folgenden Parameter sind aufzuzeichnen:

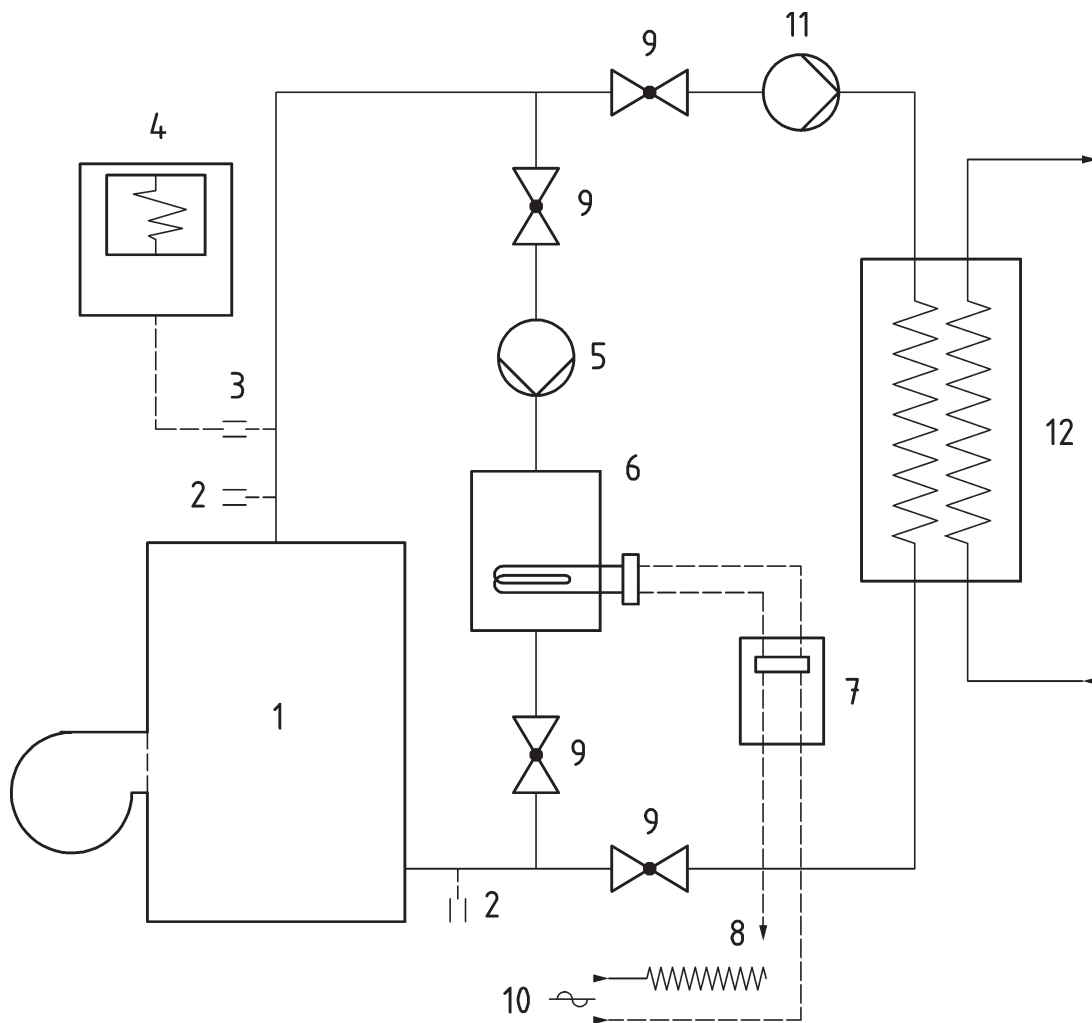
- P_m in kW, die vom elektrischen Hilfskessel aufgenommene elektrische Leistung, korrigiert um die Verluste des Prüfstands und den thermischen Beitrag der Pumpe (Bild 2, Legendenpunkt 5);
- T in $^\circ\text{C}$, die mittlere Wassertemperatur gleich dem Mittelwert der Temperatur, die während der Prüfung von den beiden Messfühlern (Bild 2, Legendenpunkt 2) an der Vorlauf- und Rücklaufleitung des Kessels angezeigt wird;
- T_A in $^\circ\text{C}$, die mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung.

Der Bereitschaftswärmeverlust, ausgedrückt für eine mittlere Wassertemperatur von 30 K über einer Umgebungstemperatur von 20°C , wird in kW angegeben durch:

$$P_{stby} = P_m \left[\frac{30}{T - T_A} \right]^{1,25} \quad (6)$$

Die Ermittlung der Wärmeverluste des Prüfstands und der thermischen Beiträge der Umwälzpumpe des Prüfstands ist in Anhang E angegeben.

Die mit Verfahren 2 in dieser Norm gemessenen Bereitschaftswärmeverluste von Kombi-Kesseln mit Speicher werden entsprechend der Festlegung in EN 15502-1:2012+A1:2015, 9.4.2, ermittelt.



Legende

- 1 Kessel mit Brenner
- 2 Temperaturfühler
- 3 Thermoelement mit geringer Trägheit
- 4 Schreiber
- 5 Pumpe mit einer Leistung, bei der die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Messfühlern bei der höchsten Prüftemperatur zwischen 2 °C und 4 °C liegt
- 6 elektrischer Hilfskessel
- 7 Gerät zur Messung der elektrischen Leistung
- 8 Spannungsregler
- 9 1/4-Drehung-Ventile
- 10 Stromversorgung
- 11 zusätzliche Pumpe (bei Bedarf)
- 12 Wärmetauscher

Bild 2 — Prüfstand zur Ermittlung der Wärmeabgabe des Kessels bei abgeschaltetem Brenner sowie zur Ermittlung der Wärmekapazität des Kessels

6.8 Wirkungsgrad bei 30 % der Nennwärmeleistung

6.8.1 Allgemeines

Zur Ermittlung des Wirkungsgrads bei einer Last entsprechend 30 % der Nennwärmeleistung oder des arithmetischen Mittelwerts der größten und kleinsten Wärmeleistung bei Kesseln mit Einstellbereich muss eines der folgenden Verfahren verwendet werden:

Der Kessel wird für die Ermittlung des Wirkungsgrads bei Nennwärmebelastung oder bei Kesseln mit Einstellbereich beim arithmetischen Mittelwert der maximalen und minimalen Wärmebelastung betrieben.

Während der Prüfung wird der Wasservolumenstrom unter Berücksichtigung der Temperaturschwankungen konstant bei $\pm 1\%$ gehalten, und die Pumpe läuft im Dauerbetrieb.

Der Wirkungsgrad muss auf Grundlage des spezifischen Heizwerts NCV ermittelt werden.

Es muss das direkte Verfahren nach 6.5.4.1 angewendet werden.

6.8.2 Wirkungsgrad bei 30 % – Verfahren 1 (zeitabhängiges Verfahren)

Der Kessel wird wie in Abschnitt A.4 festgelegt installiert und wie in Bild 2 oder Bild 3 schematisch dargestellt an den thermisch isolierten Prüfstand (oder jeden anderen Prüfstand, der mindestens vergleichbare Ergebnisse und eine gleichwertige Messgenauigkeit liefert) angeschlossen.

Bei Standardheizkesseln wird die Rücklauftemperatur konstant bei $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$ gehalten, wobei während der Messdauer eine Höchstabweichung von $\pm 1\text{ K}$ bei dieser Temperatur erlaubt ist. Bei Niedertemperatur-Heizkesseln wird die Prüfung bei $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ und bei Brennwertkesseln bei $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ durchgeführt.

Erlaubt die Kesselregelung keinen Betrieb bei einer Rücklauftemperatur von lediglich 47°C , wird die Prüfung mit der niedrigsten Rücklauftemperatur durchgeführt, die im Kesselbetrieb möglich ist.

An die Klemmen des Raumthermostats wird ein Zeitschaltgerät angeschlossen, um einen kompletten Betriebszyklus von 10 min zu erhalten.

Die Abschalt- und Betriebszeiten werden nach den Angaben in Tabelle 1 berechnet.

Die Temperaturen werden fortlaufend direkt an der Vorlauf- und Rücklaufleitung des Kessels gemessen.

Der Beharrungszustand des Kessels gilt als erreicht, wenn die Wirkungsgradmessung von drei aufeinanderfolgenden Zyklen, d. h. die Kombination von zwei der drei Ergebnisse, nicht um mehr als 0,5 Prozentpunkte abweicht. In diesem Fall entspricht das Ergebnis dem Mittelwert von mindestens drei aufeinanderfolgenden Messzyklen. In jedem anderen Fall muss der Mittelwert anhand von mindestens zehn aufeinanderfolgenden Zyklen errechnet werden.

Es werden jeweils der Brennstoff- und Wasserverbrauch über die kompletten Zyklen gemessen.

Die Temperaturen t_1 und t_2 werden fortlaufend gemessen.

Die Wärmeleistung P und die Wärmebelastung Q_B werden nach Anhang A berechnet. Es ist eine Abweichung von ± 2 Prozentpunkten im Hinblick auf die 30 % der Nennwärmeleistung erlaubt. Bei Abweichungen bis zu ± 4 Prozentpunkten ist es notwendig, zwei Messungen durchzuführen: eine über und eine unter 30 % der Nennwärmeleistung. Der den 30 % entsprechende Wirkungsgrad wird durch lineare Interpolation ermittelt.

6.8.3 Wirkungsgrad bei 30 % – Verfahren 2 (lastabhängiges Verfahren)

Der Kessel wird wie in Abschnitt A.4 festgelegt installiert und wie in Bild 2 oder Bild 3 schematisch dargestellt an den thermisch isolierten Prüfstand (oder jeden anderen Prüfstand, der mindestens vergleichbare Ergebnisse und eine gleichwertige Messgenauigkeit liefert) angeschlossen.

Die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen des Kessels sowie die Ein- und Ausschaltzyklen werden von der Kesselregelung vorgegeben, wenn über den Wärmetauscher eine Wärmebelastung erzeugt wird, die eine Wärmeleistung des Kessels von $(30 \pm 2) \%$ der Nennwärmeleistung (oder des arithmetischen Mittelwerts der Höchst- und Mindestleistung bei Kesseln mit Einstellbereich) ergibt.

Die Temperaturen werden fortlaufend an der Vorlauf- und Rücklaufleitung des Kessels gemessen.

Die durchschnittliche Wassertemperatur darf bei Standardkesseln nicht unter 50°C und bei Niedertemperatur-Heizkesseln nicht unter 40°C liegen. Bei Brennwertkesseln muss eine Rücklauftemperatur von 30°C eingestellt sein.

Erlaubt die Kesselregelung keinen Betrieb bei einer Rücklauftemperatur von nur 50°C , wird die Prüfung mit der niedrigsten Rücklauftemperatur durchgeführt, die im Kesselbetrieb möglich ist.

Der Beharrungszustand des Kessels gilt als erreicht, wenn die Wirkungsgradmessung von drei aufeinanderfolgenden Zyklen, d. h. die Kombination von zwei der drei Ergebnisse, nicht um mehr als 0,5 Prozentpunkte abweicht. In diesem Fall entspricht das Ergebnis dem Mittelwert von mindestens drei aufeinanderfolgenden Messzyklen. In jedem anderen Fall muss der Mittelwert anhand von mindestens zehn aufeinanderfolgenden Zyklen errechnet werden.

Es werden jeweils der Brennstoff- und Wasserverbrauch über die kompletten Zyklen gemessen.

Der Wirkungsgrad wird unter Verwendung der Gleichung in 6.5.4.1 ermittelt.

Es ist eine Abweichung von ± 2 Prozentpunkten im Hinblick auf die 30 % der Nennwärmeleistung erlaubt. Bei Abweichungen bis zu ± 4 Prozentpunkten ist es notwendig, zwei Messungen durchzuführen: eine über und eine unter 30 % der Nennwärmeleistung. Der den 30 % entsprechende Wirkungsgrad wird durch lineare Interpolation ermittelt.

Tabelle 1 — Berechnung der Zykluszeiten für den Wirkungsgrad bei 30 % — Verfahren 1

	Betriebsbedingungen	Wärmeleistung	Zykluszeiten
1	auf 30 % reduzierte Leistung	$P_1 = 0,3 \times P_N$	$t_2 = 600 \text{ s}$
2	volle Leistung	$P_4 = P_N$	$t_1 = 180 \text{ s}$
	Regelabschaltung	—	$t_3 = 420 \text{ s}$
3	reduzierte Leistung	$P_1 > 0,3 \times P_N$	$t_2 = \frac{180 \text{ s} \times P_4}{P_1}$
	Regelabschaltung	—	$t_3 = 600 \text{ s} - t_2$
4	volle Leistung	$P_4 = P_N$	$t_1 = \frac{180 \text{ s} \times P_4 - 600 \times P_1}{P_4 - P_1}$
	reduzierte Leistung	$P_1 < 0,3 \times P_N$	$t_3 = 600 \text{ s} - t_1$
5	volle Leistung	$P_4 = P_N$	$t_1 = \text{Messwert}$
	reduzierte Leistung	P_1	$t_2 = \frac{(180 \text{ s} \times t_1) \times P_4}{P_1}$
	Regelabschaltung	—	$t_3 = 600 \text{ s} - (t_1 + t_2) \geq 0$

6.9 Hilfsenergieverbrauch

Der Hilfsenergieverbrauch bei Nennwärmeleistung ($el_{\max}$), der Hilfsenergieverbrauch bei 30 % Teillast ($el_{\min}$) und der Hilfsenergieverbrauch in Betriebsbereitschaft (P_{SB}) müssen nach EN 15456 unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen gemessen werden.

Bei Zusammenbauten aus einem Kessel und einem Brenner (Einheit) wird die Prüfung ohne Umwälzpumpe des Kessels im Wasserkreislauf durchgeführt.

Bei Zusammenbauten aus einem Kessel und mehreren Brennern wird der Hilfsenergieverbrauch nach dieser Norm an einem Zusammenbau aus einem Brenner und dem Kessel wie bei einer Einheit gemessen.

Der zusätzliche Hilfsenergieverbrauch für diesen Brenner allein muss nach EN 15456 gemessen werden. Diese Messung ist nicht nötig, wenn entsprechende Werte der technischen Dokumentation des Brenners zu entnehmen sind.

Für den gesamten Zusammenbau dürfen andere Brenner mit den gleichen Werten für den Hilfsenergieverbrauch verwendet werden, wenn die Werte des alternativen Brenners nicht die entsprechenden Werte für den Brenner im zu prüfenden Zusammenbau überschreiten. Wird dieses Kriterium nicht erfüllt, muss der Hilfsenergieverbrauch des Zusammenbaus neu berechnet werden.

ANMERKUNG Die Neuberechnung des Hilfsenergieverbrauchs bedingt eine Neuberechnung der jahreszeitbedingten Raumheizungs-Energieeffizienz.

6.10 Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz

Die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz wird als spezifischer Brennwert (GCV, en: gross calorific value) ausgedrückt und muss nach Abschnitt A.10 dieses Dokuments berechnet werden.

6.11 Verifizierung der Nennwärmeleistung bei Kondensatbildung

Der Wasserdurchfluss ist so einzustellen, dass eine Rücklauftemperatur von $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ und eine Temperaturdifferenz von $(20 \pm 2)^\circ\text{K}$ zwischen der Vorlauf- und Rücklauftemperatur erreicht wird.

6.12 Kondensatbildung

Der Kessel muss unter den Prüfbedingungen in 6.11 4 h fortlaufend in Betrieb sein. Die Durchflussmenge des Kondensats wird aufgezeichnet.

6.13 Funktionsprüfung des temperaturabhängigen RS, Typ TR und des temperaturabhängigen RS, Typ STB am Kessel

Der Wasserstrom und die Wassertemperatur müssen wie bei der Ermittlung der Nennwärmeleistung des Kessels eingestellt sein. Die Wärmebelastung muss so eingestellt sein, dass die Nennwärmeleistung des Kessels erzielt wird.

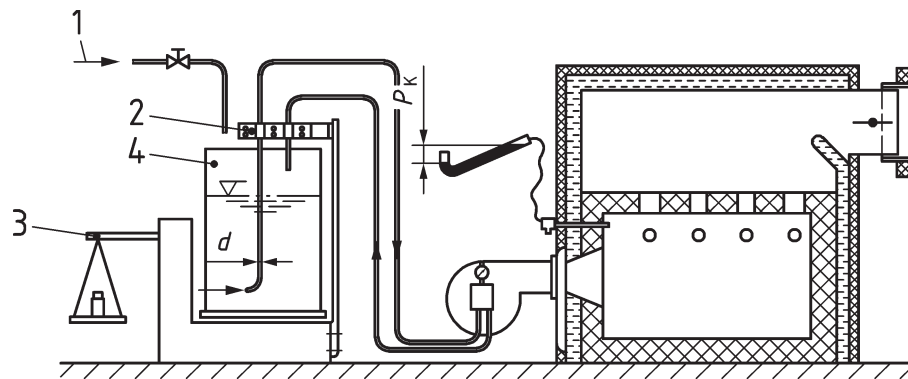
Nach Erreichen des Beharrungszustands muss die Wärmeleistung des Prüfstands auf $(40 \pm 5) \%$ der Nennwärmeleistung reduziert werden, während das temperaturabhängige RS, Typ TR auf den höchstmöglichen Wert gesetzt werden muss.

Die Umwälzpumpe muss in Betrieb bleiben. Es darf auf keinen Fall zu einer Abschaltung durch das temperaturabhängige RS, Typ STB kommen.

Die gleiche Prüfung muss bei ausgeschaltetem temperaturabhängigen RS, Typ TR durchgeführt werden.

Das temperaturabhängige RS, Typ STB muss bei einer Temperatur gleich oder kleiner der für den Kessel spezifizierten Temperatur abschalten, wobei eine Temperatur von 110°C nicht überschritten werden darf.

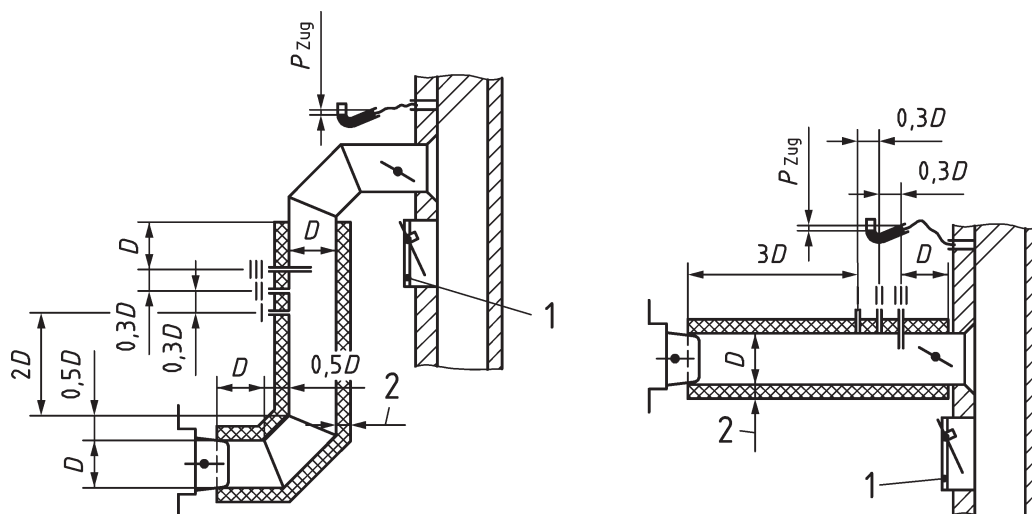
Das temperaturabhängige RS, Typ STB muss eine Sicherheitsabschaltung veranlassen, bevor die Wasservorlauftemperatur den vorgegebenen Wert des STB übersteigt.



Legende

- 1 Brennstoffzufuhr
- 2 Rohrbefestigung
- 3 Waage
- 4 Öllagerbehälter
- d Durchmesser der Ölzuleitung
- P_K Feuerraumdruck

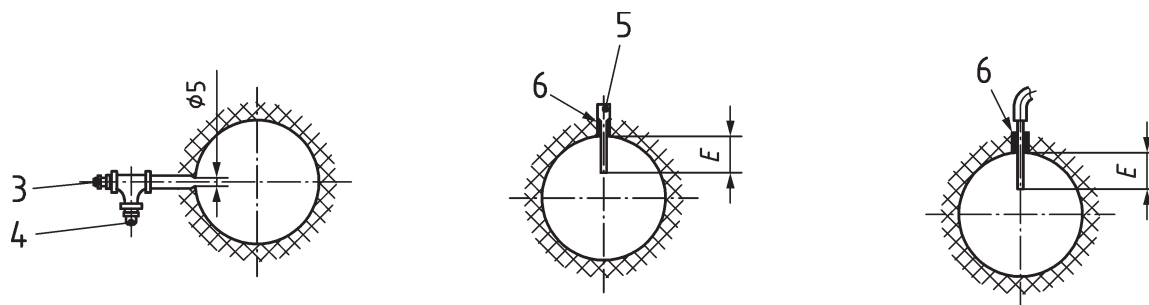
Bild 3 — Messeinrichtung zur Ermittlung der Brennstoffmenge



Legende

- I Abschnitt zur Förderdruckmessung
- II Abschnitt zur Temperaturmessung; Messgerät für die Abgasanalyse (Probenahmekreuz)
- III Abschnitt zur Messung des Rußgehalts im Abgas
- 1 Förderdruckbegrenzer
- 2 Isolierung $t = 40$
- P_{Zug} Zugluft der Abgasanlage
- D Durchmesser des Abgasabschnitts

Bild 4 — Abgasabschnitt – Allgemein



I Anschluss für die Förderdruckmessung (bündig mit der Innenwand des Abgasrohres, innenliegende Schweißstelle entgratet)

II Abgastemperaturmessung bei Eintauchtiefe E

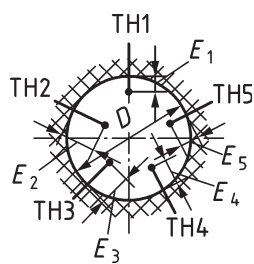
III Messfühler für Eintauchtiefe E

Legende

- 3 Anschluss für das Aufzeichnungsgerät
- 4 Anschluss für das Anzeigegerät
- 5 Thermoelement
- 6 gut abgedichtet

- a) mit horizontalem Messabschnitt = $D/3$
- b) mit vertikalem Messabschnitt = $D/2$

Bild 5 — Abgasabschnitt - Messfühlerinstallation



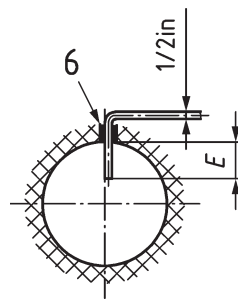
a)

II a) Eine Abgastemperaturmessung mittels 5 Thermoelementen (TH_i); empfohlen in Fällen, in denen eine ungleichmäßige Temperaturverteilung erwartet wird

Nur für Messungen in eingebauten Anlagen

Eintauchtiefe der Thermoelemente

- $E_1 = 0,10 D$
- $E_2 = 0,17 D$
- $E_3 = 0,24 D$
- $E_4 = 0,30 D$
- $E_5 = 0,37 D$



b)

III a) Anschluss für die Rußprüfung, Eintauchtiefe

a) mit horizontalem Messabschnitt = $D/3$

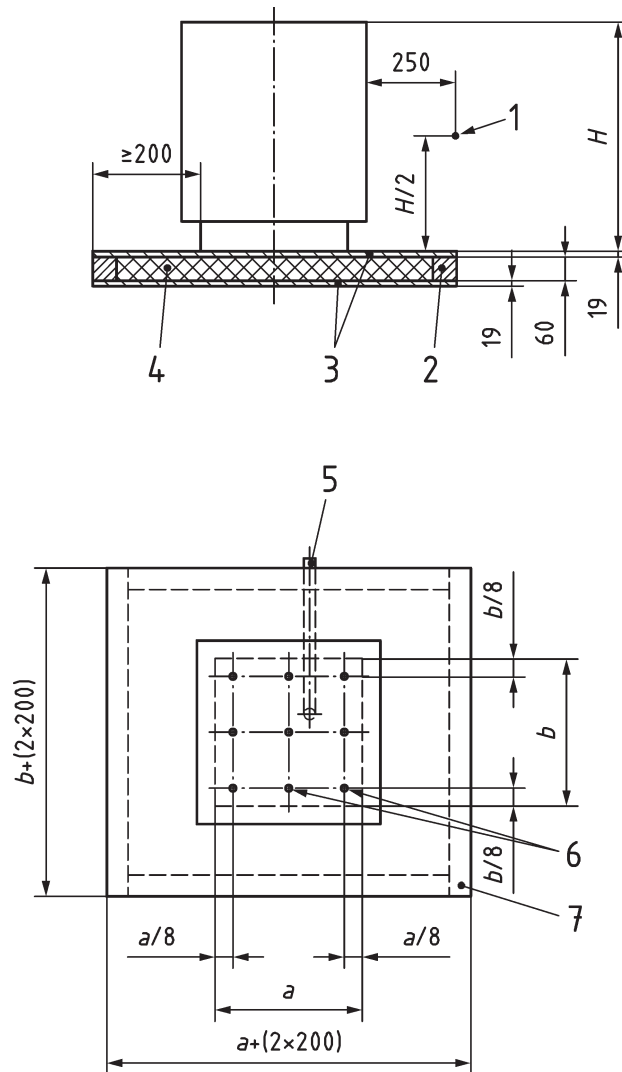
b) mit vertikalem Messabschnitt = $D/3$

Legende

- 6 gut abgedichtet

Bild 6 — Abgasabschnitt - Temperaturmessung

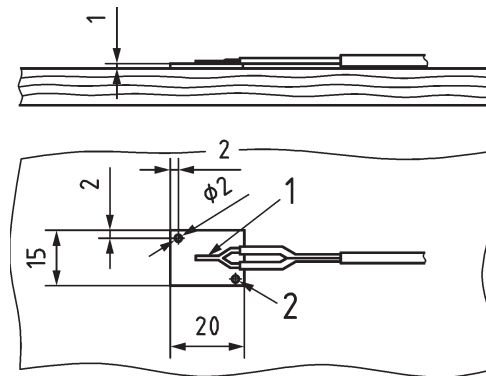
Maße in Millimeter



Legende

- 1 Messpunkt für die Lufttemperatur
 - 2 quadratischer Rahmen aus Kantholz
 - 3 Weißholz mit Nut-und-Feder-Verbindung
 - 4 Glaswolle
 - 5 leeres Rohr für Messkabel
 - 6 Messpunkt
 - 7 Prüfsockel für Temperaturmessungen
- a, b Breite der Kontaktfläche des Kessels zum Boden
 H Höhe des Kessels

Bild 7 — Prüfkongfiguration zur Ermittlung von Sockeltemperaturen



Legende

- 1 auf die Kupferplatte gelötetes Thermoelement
- 2 Bohrloch zur Befestigung der Kupferplatte

Bild 8 — Konfiguration eines Thermoelements zur Messung der Oberflächentemperaturen des Prüfsockels

6.14 Oberflächentemperatur

Die mittlere Oberflächentemperatur zur Ermittlung von q_s muss unter Nennwärmeleistungsbedingungen gemessen werden. Für diesen Zweck muss die Messung mindestens an 5 Punkten jeder Kesseloberfläche durchgeführt werden. Unter den gleichen Bedingungen müssen die kritischen Temperaturen (z. B. an Kesseltüren, Bedienhebeln) gemessen werden.

6.15 Bodentemperaturen

Zur Ermittlung der Bodentemperatur unter dem Kessel wird der Kessel auf einem Prüfsockel wie zum Beispiel in Bild 7 installiert. Die Oberflächentemperaturen dieses Prüfsockels müssen bei maximaler Nennwärmeleistung an mindestens 5 Punkten gemessen werden.

Es wird empfohlen, die Oberflächentemperaturen des Prüfsockels unter Verwendung von Thermoelementen in Übereinstimmung mit zum Beispiel Bild 7 oder mit handelsüblichen Oberflächenthermometern zu messen.

6.16 Begrenzung der Temperatur der Prüfplatten

In Abhängigkeit von seiner Konstruktion wird der Kessel an einer horizontalen oder vertikalen Prüfplatte aus Holz aufgestellt.

Bei Kesseln, die nach Herstellerangaben in der Nähe einer Wand oder von Wänden aus brennbaren Materialien oder mit brennbaren Materialien aufgestellt werden dürfen, gelten die vom Hersteller angegebenen Abstände zwischen den Seiten- und Rückwänden des Kessels und den hölzernen Prüfplatten. Bei Kesseln, die laut Herstellerangaben für eine Wandmontage ausgelegt sind, gelten die durch die Befestigungsmethode vorgegebenen Abstände. Der Abstand darf jedoch keinesfalls größer als 100 mm sein.

Der Abstand wird vom nahegelegensten Teil des Kessels gemessen. Die Seitenplatte wird an der Seite des Kessels mit den höchsten Temperaturen platziert. Bei Kesseln, die nach Herstellerangaben unter einem Regal oder in einer ähnlichen Einbauposition installiert werden dürfen, wird eine entsprechende Platte mit dem in der Installationsanleitung angegebenen Mindestabstand über dem Kessel angebracht.

Macht der Hersteller keine Angaben zur Installation des Kessels in der Nähe einer Wand oder von Wänden oder unter einem Regal, wird die Prüfung mit geeigneten Platten durchgeführt, die den Kessel berühren.

Die Holzplatten müssen eine Dicke von (25 ± 1) mm haben und mattschwarz lackiert sein; ihre Maße müssen mindestens 5 cm über den entsprechenden Maßen des Kessels liegen.

In die Platten sind in die Mitte von 10 cm großen Quadraten Temperaturfühler eingebaut, die von außen durch die Platten reichen, so dass die Messstellen einen Abstand von 3 mm zu der dem Kessel zugewandten Oberfläche haben.

Nachdem der Kessel eine Zeit lang in Betrieb war, werden die Temperaturen der Prüfplatten gemessen, wenn sie innerhalb von 2 K stabil sind.

Wenn nach Herstellerangaben eine Art Schutz verwendet werden muss, wird eine weitere Prüfung mit angebrachtem Schutz durchgeführt.

Die Umgebungstemperatur wird in einer Höhe von 1,50 m über dem Boden und in einem Abstand von mindestens 1,5 m zum Kessel mit einem vor der Strahlung des Prüfstands geschützten Temperaturfühler gemessen.

6.17 Emissionswerte für NO_x und CO

6.17.1 Allgemeines

Die Emissionswerte für NO_x und CO werden mit den in EN 267 festgelegten Verfahren und Instrumenten ermittelt.

Die Berechnung von NO_x wird nach EN 267:2009+A1:2011, Anhang B, unter Verwendung der gleichen Korrekturen und Referenzbedingungen durchgeführt.

6.17.2 Einheiten

Tabelle 2 — NO_x -Werte

$\leq 400 \text{ kW}$	Messung von NO_x bei	Gewichteter Wert
EIN/AUS	Q_N	$\text{NO}_x (Q_N)$
modulierend und mehrstufig	Q_N und $Q_{\min C}$	$0,85 \text{ NO}_x (Q_{\min C}) + 0,15 \text{ NO}_x (Q_N)$

6.17.3 Zusammenbauten aus einem Kessel mit mehreren Brennern

Jeder Brenner muss Anhang D dieses Dokuments entsprechen.

Jeder Brenner muss NO_x -Emissionen von $\leq 120 \text{ mg/kWh}$ nach EN 267 haben, die jedoch mit dem GCV angegeben werden.

NO_x -Emissionen werden nach dieser Norm an einem Zusammenbau aus Brenner und Kessel gemessen und nach Tabelle 2 (für die oben genannten Einheiten) gewichtet. Der für den Zusammenbau gemessene Wert wird mit dem deklarierten Wert des Brenners nach EN 267 verglichen.

- Wenn der deklarierte Wert des verwendeten Brenners höher oder gleich dem Messwert des Zusammenbaus ist, kann ein beliebiger Brenner genutzt werden, um die Anforderung „ NO_x -Emissionen $\leq 120 \text{ mg/kWh}$ “ zu erfüllen.
- Wenn der deklarierte Wert des verwendeten Brenners unter dem Messwert des Zusammenbaus liegt, dürfen nur Brenner mit NO_x -Emissionen gleich oder unter dem deklarierten Wert des Brenners für die Prüfung verwendet werden.

ANMERKUNG Bei Kesseln, die Brenner mit einer Wärmeleistung von $> 400 \text{ kW}$ nutzen, gelten die auf dem Typschild des Brenners oder in der technischen Dokumentation angegebenen NO_x -Werte.

7 Messungen für den Sanitärwasserbereitungsbetrieb

Für Kombi-Kessel muss die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz nach EN 303-6 ermittelt werden.

8 Prüfbericht und sonstige Dokumente

Der Prüfbericht sollte auf Grundlage der Anforderungen von EN ISO/IEC 17025 ausgestellt werden.

Der Prüfbericht muss mindestens enthalten:

- a) Name und Adresse des Prüflabors und Ort, an dem die Prüfungen durchgeführt wurden;
- b) Kennnummer des Prüfberichts;
- c) Name und Adresse des Kunden;
- d) Prüfverfahren;
- e) Beschreibung des geprüften Kessels oder der geprüften Kesselbaureihe einschließlich:
 - 1) allgemeine Konstruktionsmerkmale;
 - 2) Sicherheitseinrichtungen mit Identifikation (Typ, Zertifizierung, Lieferant, Einstellung, Maße);
 - 3) maßgebliche Bauelemente;
 - 4) Brenner;
 - 5) Teileliste (gegebenenfalls);
 - 6) Prüfdauer;
 - 7) Prüfergebnisse;
 - 8) Bild des Kessels.

Die folgenden Dokumente müssen zur Vervollständigung der Prüfdokumentation zur Verfügung gestellt werden:

- Zeichnungen, in denen eindeutig Material-, (gegebenenfalls) Schweißnaht- und Wanddicke der druckbeaufschlagten Teile ausgewiesen sind;
- Installations- und Betriebsanleitung sowie andere maßgebliche Dokumente des Herstellers;
- eine Beschreibung des Kessels einschließlich der Skizze des Typschilds des Kessels.

Der Prüfbericht darf nicht in einer gekürzten Fassung veröffentlicht werden.

Anhang A (normativ)

Berechnungen für den Heizbetrieb

A.1 Volumenmessung

Die Instrumente zur Messung des Volumenstroms müssen vor der Prüfung durch Wägen der Durchflussmenge überprüft werden. Der Fehler im entsprechenden Messbereich darf 0,5 % der Durchflussmenge nicht überschreiten.

Für die zeitliche Komponente der Durchflussmessung muss eine Stoppuhr mit einer Fehlergrenze von 1 s verwendet werden.

A.2 Berechnung der Verbrennungsparameter

Die Werte der Komponenten, die in den folgenden Gleichungen zu verwenden sind, werden in Tabelle A.1 aufgeführt. Ein Beispiel wird in eckigen Klammern [] angegeben:

Der folgende Teil betrifft die Verbrennungsparameter, die bei stöchiometrischen oder neutralen Bedingungen (ohne Überschuss oder mit einem Luftfaktor ($\lambda = 1$)) berechnet werden.

Alle unten verwendeten Volumina werden in m^3/kg an flüssigem Öl bei Normbedingungen (0 °C, 101 325 Pa) ausgedrückt.

— Volumen des stöchiometrischen Sauerstoffs $V_{(\text{O}_2)\text{st}}$

$$V_{(\text{O}_2)\text{st}} = \sum \text{Spalte 3} \quad (\text{A.1})$$

— Volumen der stöchiometrischen Luft $V_{(\text{A})\text{st}}$

$$V_{(\text{A})} = \frac{V_{(\text{O}_2)\text{st}}}{0,21} \quad (\text{A.2})$$

— Volumen der stöchiometrischen trockenen Abgase $V_{(\text{dfg})\text{st}}$

$$V_{(\text{dfg})\text{st}} = \sum \text{Spalte 5} + \sum \text{Spalte 7} + \sum \text{Spalte 11} + V_{(\text{O}_2)\text{st}} \times \frac{0,79}{0,21} \quad (\text{A.3})$$

— Maximaler Kohlenstoffdioxidgehalt (%) auf Basis der stöchiometrischen trockenen Abgase $\text{CO}_{2\text{st}}$

$$\% \text{CO}_{2\text{st}} = 100 \frac{\sum \text{Spalte 5}}{V_{(\text{dfg})\text{st}}} \quad (\text{A.4})$$

ANMERKUNG 1 $\text{CO}_{2\text{st}}$ entspricht $\% \text{CO}_{2\text{max}}$.

— Maximaler Schwefeldioxidgehalt (%) auf Basis der stöchiometrischen trockenen Abgase $\% \text{SO}_{2\text{st}}$

$$\% \text{SO}_{2\text{st}} = 100 \frac{\sum \text{Spalte 7}}{V_{(\text{dfg})\text{st}}} \quad (\text{A.5})$$

ANMERKUNG 2 $V_{(\text{O}_2)\text{st}}$, $V_{(\text{A})}$, $V_{(\text{dfg})\text{st}}$, $\% \text{CO}_{2\text{st}}$, $\% \text{SO}_{2\text{st}}$, V_{CO_2} , V_{SO_2} und $V_{\text{H}_2\text{O}}$ sind konstante Werte für den betrachteten Brennstoff.

ANMERKUNG 3 % CO_{2st} und SO₂ sind die Höchstwerte des CO₂- und SO₂-Gehalts in den trockenen Abgasen.

ANMERKUNG 4 % CO_{2st} entspricht % CO_{2max} und % SO_{2st} entspricht % SO_{2max}.

Der zweite Teil betrifft die Verbrennungsparameter, die bei tatsächlichen Bedingungen mit Luftüberschuss oder mit einem Luftfaktor ($\lambda > 1$) berechnet werden.

— Tatsächliches Volumen der trockenen Abgase $V_{(dfg)}$

$$V_{(dfg)} = 100 \frac{V_{CO_2} + V_{SO_2}}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{measured} + \%CO_{measured}} \quad (A.6)$$
$$V_{(dfg)} = 100 \frac{\sum Spalte\ 5 + \sum Spalte\ 7}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{measured} + \%CO_{measured}}$$

ANMERKUNG 5 Die Messwerte für %CO₂ und %SO₂ und %CO werden als Prozentanteil der trockenen Abgase ausgedrückt.

— Volumen des Wasserdampfs V_{H_2O}

$$V_{H_2O} = \sum Spalte\ 9 \quad (A.7)$$

Der Wassergehalt der Verbrennungsluft wird ignoriert.

Gesamtabgasvolumen (feucht) $V_{(wfg)}$

$$V_{(wfg)} = V_{(dfg)} + V_{H_2O} \quad (A.8)$$

- Entwurf -

Tabelle A.1 — Berechnung der Verbrennungsparameter

		IN DER GLEICHUNG VERWENDETE SPALTE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Brennstoff in Bestandteilen	(Anteil kg/kg)	VO _{2st} in m ³ /kg Brennstoff		Abgasbestandteile aus stöchiometrischer Verbrennung des Brennstoffs in m ³ /kg Brennstoff							
				CO ₂		SO ₂		H ₂ O		N ₂	
—	—	O ₂ -Faktor	Anteil × O ₂ -Faktor	CO ₂ -Faktor	Anteil × CO ₂ -Faktor	SO ₂ -Faktor	Anteil × SO ₂ -Faktor	H ₂ O-Faktor	Anteil × H ₂ O-Faktor	N ₂ -Faktor	Anteil × N ₂ -Faktor
C	[0,865]	22,4/12	1,867	[1,615]	1,867	[1,615]		—	—	—	—
S	[0,002 4]	22,4/32	0,700	[0,001 68]	—	—	0,700	[0,001 6]	—	—	—
H ₂	[0,132 5]	22,4/2*2	5,6	[0,742]	—	—	—	11,1	[1,470 8]		
N ₂	[0,000 1]	22,4/28	0,8	[0]	—	—	—	—	—	0,8	[0,000 08]
O ₂	[0]	22,4/32	0,7	[0]	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O	[0]	—	0	[0]	—	—	—	1,24	[0]	—	—
Gesamt	[1,0]	—	V _{O2st} =	[2,358 7]	V _{CO2} =	[1,615]	V _{SO2} =	[0,001 6]	V _{H2O} =	[1,477 08]	V _{N2} = [0,000 08]
ANMERKUNG In Übereinstimmung mit der Abgasanalyse, Berechnungsbeispiel in [].											

Die Werte in der letzten Tabellenzeile werden wie folgt unter Verwendung der in Spalte 1 angegebenen Brennstoffzusammensetzung berechnet.

— Volumen des stöchiometrischen Sauerstoffs $V_{O_{2st}}$:

$$V_{O_{2st}} = \sum \text{Spalte 3} = [2,358\,7\, \text{m}^3/\text{kg Brennstoff}] \quad (\text{A.9})$$

— Volumen der stöchiometrischen Luft $V(A)_{st}$

$$V(A)_{st} = \frac{V(O_2)_{st}}{0,21} = [11,17\, \text{m}^3/\text{kg Brennstoff}] \quad (\text{A.10})$$

— Volumen der stöchiometrischen trockenen Abgase $V_{(dfg)st}$

$$\begin{aligned} V_{(dfg)st} &= \sum 5 + \sum 7 + \sum 11 + V_{O_{2st}} \times \frac{0,79}{0,21} \\ &= [1,60] + [0,001\,6] + [0] + [2,346] \times \frac{0,79}{0,21} \\ &= [10,489\, \text{m}^3/\text{kg Brennstoff}] \end{aligned} \quad (\text{A.11})$$

— Maximaler Kohlenstoffdioxidgehalt (%) auf Basis der stöchiometrischen trockenen Abgase $\%CO_{2\max}$

$$\%CO_{2\max} = 100 \times \frac{\sum 5}{V_{(dfg)st}} = 100 \times \frac{[1,600\,0]}{[10,427]} = 100 \times [0,153\,4] = [15,25]\, \% \quad (\text{A.12})$$

— Maximaler Schwefeldioxidgehalt (%) auf Basis der stöchiometrischen trockenen Abgase $\%SO_{2\max}$

$$\%SO_{2\max} = 100 \times \frac{\sum 7}{V_{(dfg)st}} = 100 \times \frac{[0,001\,6]}{[10,427]} = 100 \times [0,000\,160\,17] = [0,016]\, \% \quad (\text{A.13})$$

— Volumen des Wasserdampfes V_{H_2O}

$$V_{H_2O} = \sum 9 = [1,471\, \text{m}^3/\text{kg Brennstoff}] \quad (\text{A.14})$$

— Tatsächliches Volumen des trockenen Abgasvolumens $V_{(dfg)}$

Unter der Annahme, dass der gemessene $(\%CO_2 + \%SO_2) = [12,5]\, \%$ Volumenanteil auf Basis trockener Abgase und der gemessene $\%CO = [0,02]\, \%$ Volumenanteil auf Basis trockener Abgase ist:

$$\begin{aligned} V_{(dfg)} &= 100 \times \frac{V_{CO_2} + V_{SO_2}}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{\text{measured}} + \%CO_{\text{measured}}} \\ V_{(dfg)} &= 100 \times \frac{\sum 5 + \sum 7}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{\text{measured}} + \%CO_{\text{measured}}} \end{aligned} \quad (\text{A.15})$$

zeigt das Beispiel:

$$V_{(dfg)} = 100 \times \frac{[1,6] + [0,001\,6]}{[12,5] + [0,02]} = 100 \times \frac{[1,616\,6]}{[12,52]} = [11,79\, \text{in m}^3/\text{kg Brennstoff}]$$

A.3 Ermittlung des Luftfaktors (λ) und des Luftüberschusses (e)

Der Luftfaktor (λ) ist das Verhältnis des tatsächlichen Luftvolumens geteilt durch das stöchiometrische Luftvolumen.

$$\lambda = \frac{V_{(A)}}{V_{(A)_{st}}} \quad (A.16)$$

Er wird anhand der Messung von entweder ($\%CO_2 + \%SO_2$) und dem $\%CO$ in den trockenen Abgasen oder dem $\%O_2$ in den trockenen Abgasen berechnet.

Der Luftüberschuss in Prozent (e) entspricht

$$e = (\lambda - 1) \times 100 \text{ in } \%$$

Wenn keine anderen unverbrannten Bestandteile (z. B. H_2 , CH_4 , C_nH_m) in den Verbrennungsprodukten enthalten sind.

$$e = \frac{V_{(dfg)_{st}}}{V_{(A)_{st}}} \times 100 \times \left[\frac{\%CO_2 \text{ max} + \%SO_2 \text{ max}}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{measured} + \%CO_{measured}} - 1 \right] \text{ und} \quad (A.17)$$
$$\lambda = 1 + \frac{e}{100} = \frac{V_{(dfg)_{st}}}{V_{(A)_{st}}} \left\{ 1 + \left[\frac{\%CO_2 \text{ max} + \%SO_2 \text{ max}}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{measured} + \%CO_{measured}} - 1 \right] \right\}$$

Wenn der $\%O_2$ -Gehalt in den trockenen Verbrennungsprodukten gemessen wird

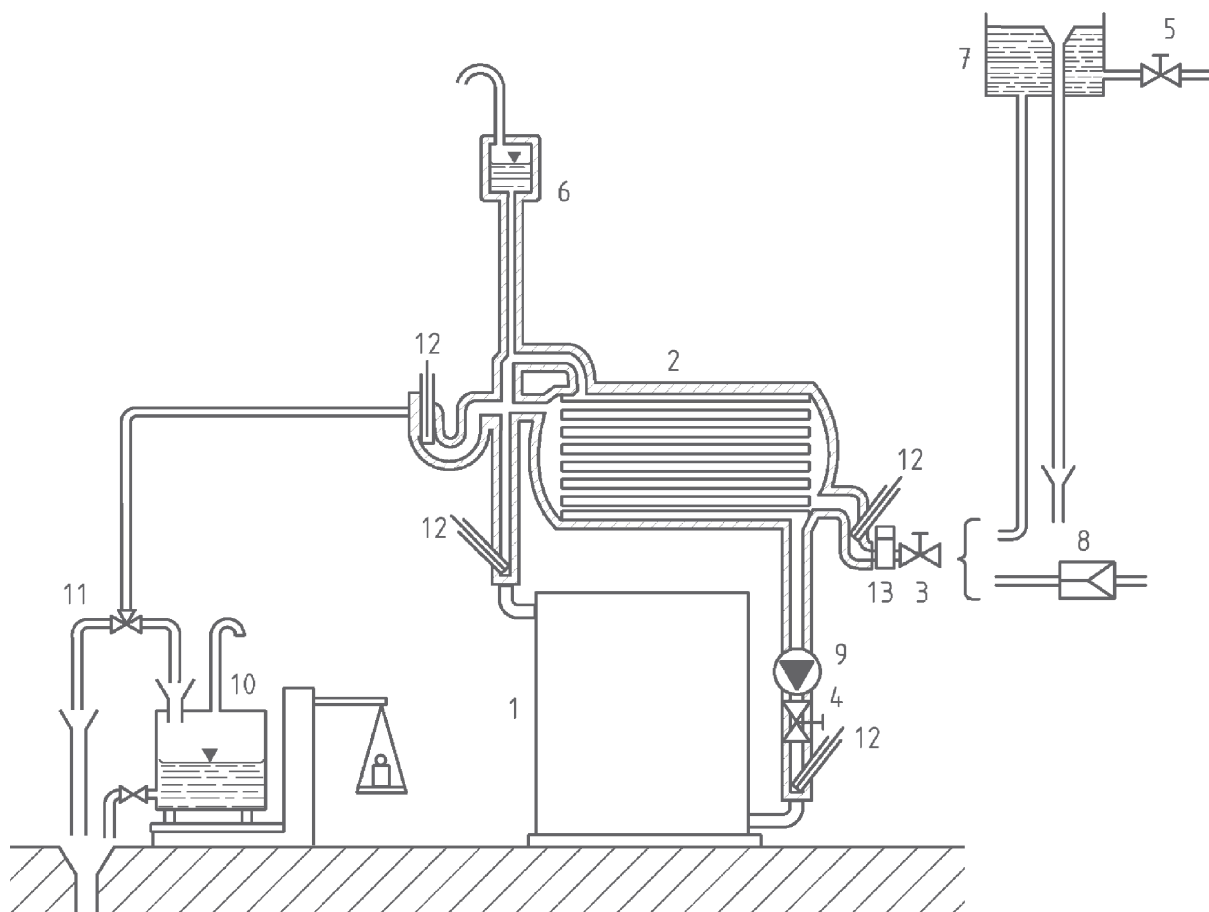
$$e = 100 \times \frac{V_{(dfg)_{st}}}{V_{(A)_{st}}} \cdot \frac{O_2}{21 - O_2} \quad \text{und}$$
$$\lambda = 1 + \frac{V_{(dfg)_{st}}}{V_{(A)_{st}}} \cdot \frac{O_2}{21 - O_2} \quad (A.18)$$

Der Luftüberschuss und der Luftfaktor werden für den Brennstoff und die in den trockenen Abgasen gemessenen CO_2 -, SO_2 - und CO -Werte wie folgt berechnet:

$$e = 100 \times \frac{V_{(dfg)_{st}}}{V_{(A)_{st}}} \left[\frac{\%CO_2 \text{ max} + \%SO_2 \text{ max}}{(\%CO_2 + \%SO_2)_{measured} + \%CO_{measured}} - 1 \right] \text{ und}$$
$$e = 100 \times \frac{10,489}{11,232} \left[\frac{15,25 + 0,0016}{(12,5) + 0,02} - 1 \right] = 20,37 \% \quad (A.19)$$
$$\lambda = 1 + \frac{10,489}{11,232} \left[\frac{15,25 + 0,0016}{12,5 + 0,02} \right] = 1,2$$

A.4 Prüfstand

A.4.1 Prüfstand mit Wärmetauscher

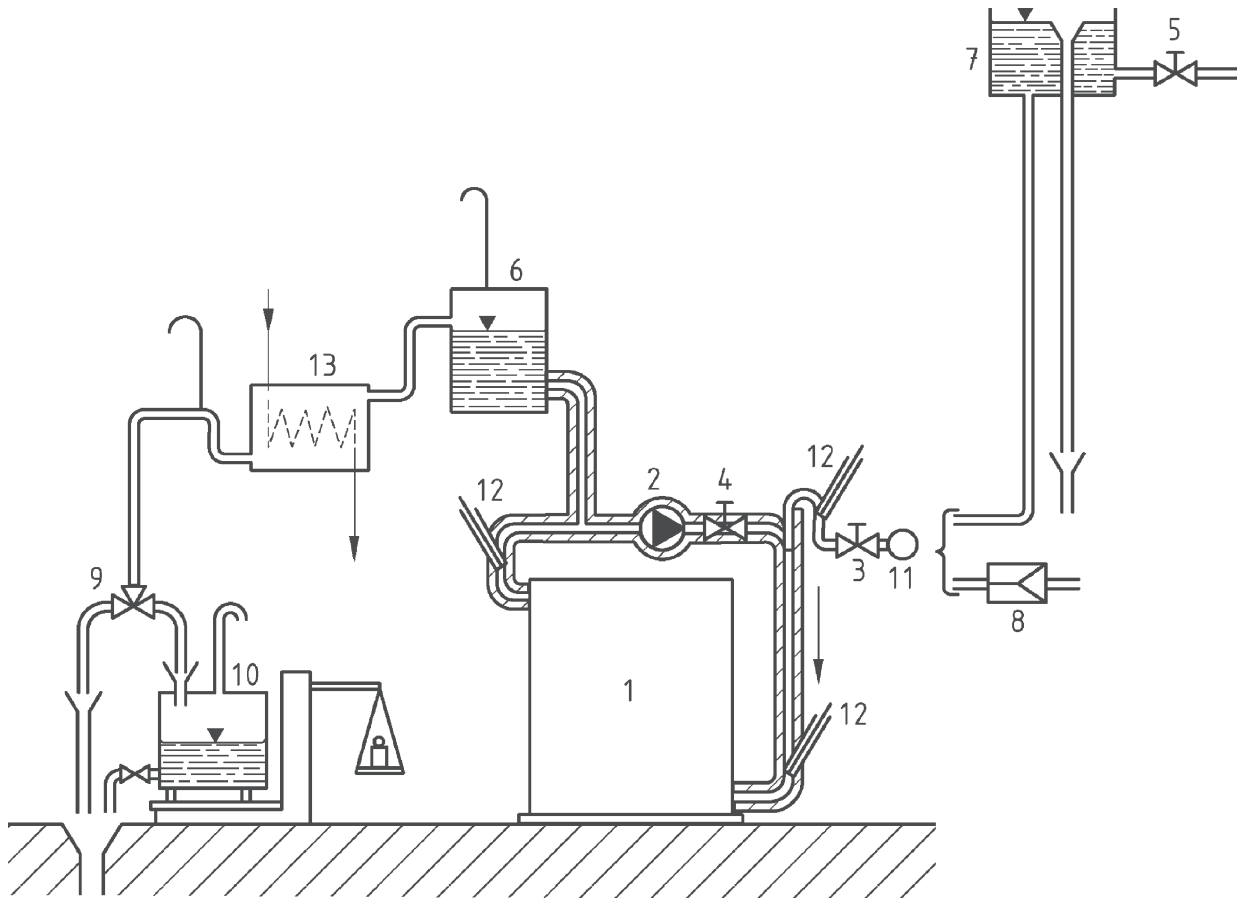


Legende

- | | |
|--|--|
| 1 zu prüfender Kessel | 7 Behälter für konstanten Zulauf |
| 2 Wärmetauscher | 8 Leitung zur konstanten Druckverteilung |
| 3 Steuerventil I | 9 Umwälzpumpe |
| 4 Steuerventil II | 10 Wägegefäß |
| 5 Steuerventil III | 11 Dreiwegehahn |
| 6 Ausdehnungsgefäß (nicht im Kreislaufrsystem) | 12 Temperaturmessungen |
| | 13 Wassertemperatur |

Bild A.1 — Prüfstand mit Wärmetauscher

A.4.2 Prüfstand mit Kurzschlussabschnitt



Legende

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 zu prüfender Kessel | 8 Leitung zur konstanten Druckverteilung |
| 2 Umwälzpumpe | 9 Dreiwegehahn |
| 3 Steuerventil I | 10 Wägegefäß |
| 4 Steuerventil II | 11 Wasserzähler |
| 5 Steuerventil III | 12 Temperaturmessungen |
| 6 Ausgleichsbehälter | 13 Kühler |
| 7 Behälter für konstanten Zulauf | |

Bild A.2 — Prüfstand mit Kurzschlussabschnitt und drei möglichen Anordnungen zur Kaltwasserversorgung

A.5 Berechnung der Nennwärmeleistung P_N

a) Für Prüfungen, bei denen der Prüfstand mit Kurzschlussabschnitt verwendet wird (Bild A.2)

$$P_N = m_1 \times c_1 \times (T_F - T_E) \text{ in W} \quad (\text{A.20})$$

Dabei ist

m_1 die Durchflussmenge des in das System einlaufenden Kaltwassers und des aus dem System ablaufenden Warmwassers, in kg/s;

c_1 die spezifische Wärmekapazität des Wassers bei $\frac{T_F + T_E}{2}$, in J/(kg × K);

T_E die Temperatur des einlaufenden Kaltwassers, in °C;

T_F die Austrittstemperatur des Wassers (Vorlauftemperatur), in °C.

b) Für Prüfungen, bei denen der Prüfstand mit Wärmetauscher verwendet wird (Bild A.1);

$$P_N = m_2 \times c_2 \times (T_A - T_E) + Q_V \quad (\text{A.21})$$

Dabei ist

m_2 der Kühlwasserstrom, in kg/s;

c_2 die spezifische Wärmekapazität des Wassers bei $\frac{T_A + T_E}{2}$, in J/(kg·K);

T_A die Austrittstemperatur des Kühlwassers, in °C;

Q_V der Wärmeverlust des Prüfstands wie in Bild A.1 dargestellt bei der Temperatur, bei der die Prüfung durchgeführt wurde, in W.

A.6 Berechnung der Wärmebelastung

A.6.1 Zugeführte Wärmemenge

Für mit flüssigen Brennstoffen befeuerte Kessel wird die zugeführte Wärmemenge Q_B wie folgt berechnet:

$$Q_B = B \times \text{NCV in W} \quad (\text{A.22})$$

Dabei ist

B die Durchflussmenge des Heizöls, in kg/s;

NCV der spezifische Heizwert des Heizöls, in J/kg.

A.7 Berechnung des Wirkungsgrads

Die Berechnung von η_K auf Grundlage des NCV ist in Gleichung (1) unter 6.5.4.1 festgelegt.

Bei Brennwertkesseln ist der Wirkungsgrad wie folgt zu korrigieren:

Wenn die Luftfeuchte der Verbrennungsluft unter Prüfbedingungen vom Standardwert abweicht, wird der im Rahmen der Prüfungen bei niedriger Wassertemperatur ermittelte Wirkungsgrad (Rücklauftemperatur $T_{\text{ret,st}} = 30^\circ\text{C}$) wie folgt korrigiert:

$$\Delta\eta_{\text{cond.1}} = 0,08 \times (X_{\text{air,st}} - X_{\text{air,m}}) \text{ [Wert in \%]} \quad (\text{A.23})$$

Dabei ist

$\Delta\eta_{\text{cond.1}}$ die Korrektur des gemessenen Wirkungsgrads bei Abweichung der Luftfeuchte vom Referenzwert, in Prozent;

$X_{\text{air,st}}$ die Luftfeuchte der Verbrennungsluft unter Prüfbedingungen, in Gramm/Kilogramm trockener Luft;

$X_{\text{air,m}}$ die Luftfeuchte der Verbrennungsluft unter Referenzbedingungen, in Gramm/Kilogramm trockener Luft ($X_{\text{air,st}} = 10 \text{ g/kg}$).

Wenn die Rücklauftemperatur vom Standardwert für die Prüfungen bei niedriger Wassertemperatur abweicht, wird der ermittelte Wirkungsgrad wie folgt korrigiert:

$$\Delta\eta_{cond,2} = 0,12 \times (T_{ret,m} - T_{ret,st}) \text{ [Wert in \%]} \quad (\text{A.24})$$

Dabei ist

$\Delta\eta_{cond,2}$ die Korrektur des gemessenen Wirkungsgrads bei Abweichung der Rücklauftemperatur vom Referenzwert, in Prozent;

$T_{ret,m}$ die Rücklauftemperatur unter Prüfbedingungen, in Grad Celsius;

$T_{ret,st}$ der Referenzwert für die Rücklauftemperatur der Prüfungen bei niedriger Wassertemperatur (30 °C).

Somit ist die Gesamtkorrektur:

$$\eta_u = \eta_m + \Delta\eta_{con,1} + \Delta\eta_{con,2}$$

Dabei ist

η_u der Wirkungsgrad unter Referenzbedingungen, in Prozent;

η_m der gemessene Wirkungsgrad, in Prozent.

Diese Korrekturen sind auf folgende Prüfbedingungen anzuwenden:

$$0 \leq X_{air,m} \leq 20 \text{ g/kg trockene Luft;}$$

und

$$29 \leq T_{ret,st} \leq 31 \text{ °C}$$

Umrechnung von η_{GCV} zu η_{NCV}

Zur Berechnung des Wirkungsgrads bezogen auf den spezifischen Brennwert η_{GCV} aus dem Wirkungsgrad bezogen auf den spezifischen Heizwert η_{NCV} sind folgende Gleichungen zu verwenden:

$$\eta_{GCV} = \eta_{NCV} \times \frac{NCV}{GCV} \quad (\text{A.25})$$

$$\frac{NCV}{GCV} = \frac{1}{1,060} \rightarrow \eta_{GCV} = \frac{\eta_{NCV}}{1,06} \quad (\text{A.26})$$

ANMERKUNG Für Kerosin ist das Verhältnis NCV/GCV gleich 1/1,067.

A.8 Berechnung der Wärmeverluste q_A , q_U , q_S

A.8.1 Wärmeverlust q_A

Der Abgasverlust q wird unter Verwendung von $V_{(dfg)}$ und V_{H_2O} aus Gleichung (25) oder Gleichung (26) berechnet.