

Abnahmeversuche an Dampferzeugern

(VDI-Dampferzeugerregeln)

DIN
1942

Acceptance test code for steam generators
(VDI-rules for steam generators)

Ersatz für Ausgabe 06.79

Essais d'acceptance pour générateurs de vapeur
(règles du VDI pour générateurs de vapeur)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich, Zweck und Umfang der Regeln	3	5.3 Temperatur	8
1.1 Anwendungsbereich	3	5.4 Masse und Massenstrom	9
1.2 Zweck und Umfang	3	5.4.1 Wägung	9
1.3 Allgemeine Hinweise	3	5.4.2 Volumenstrommessung	9
2 Formelzeichen, Einheiten, Zahlenwerte	4	5.4.3 Durchflußmessung	9
2.1 Formelzeichen, Einheiten	4	5.4.3.1 Durchflußmessung mit Blenden und Düsen	9
2.1.1 Lateinische Buchstaben	4	5.4.3.2 Durchflußmessung mit Geschwindigkeitssonden	9
2.1.2 Griechische Buchstaben	4	5.4.4 Staubmassenstrommessung	9
2.1.3 Indizes	4	5.4.5 Dichtebestimmung	9
2.2 Zahlenwerte	5	5.5 Heizwert	9
3 Voraussetzungen und Gegenstand der Gewährleistung	5	5.5.1 Heizwert der Brennstoffe	9
3.1 Voraussetzungen	5	5.5.2 Probenahme von Brennstoffen	9
3.2 Gegenstand	5	5.5.3 Heizwert und Probenahme der Verbrennungsrückstände	9
3.3 Messungen zur allgemeinen Beurteilung der Anlage	5	5.6 Chemische Zusammensetzung	10
3.4 Beteiligung verschiedener Firmen an der Lieferung	5	5.6.1 Brennstoffe	10
4 Versuchsvoraussetzungen und Versuchsbedingungen	5	5.6.2 Flugstaub und Asche	10
4.1 Methoden der Wirkungsgradbestimmung	5	5.6.3 Rauchgas	10
4.2 Versuchsbedingungen	6	5.7 Elektrische Leistung	10
4.3 Vorversuche	6	6 Energiebilanz und Wirkungsgrad	10
4.4 Zustand des Dampferzeugers	6	6.1 Energiebilanz, Systemgrenze	10
4.5 Beharrungszustand	6	6.1.1 Allgemeines	10
4.5.1 Erreichen des Beharrungszustandes	6	6.1.2 Normal-System	10
4.5.2 Prüfung des Beharrungszustandes	6	6.1.3 Weitere Systeme	10
4.5.3 Einstellung der Feuerung	6	6.1.3.1 Allgemeines	10
4.6 Versuchsdurchführung	6	6.1.3.2 System ohne Kalorifer	11
4.6.1 Versuchsdauer	6	6.1.3.3 System mit Frischluftgebläse	11
4.6.2 Zustand zu Beginn und Ende des Versuches	6	6.1.3.4 System mit Entstauber bzw. mit Entstauber und Rauchgasgebläse	11
4.6.3 Zeitabstände der Ablesungen, Ablese-Intervalle	6	6.1.3.5 System mit einer Brüdenabscheidung an der Mahlanlage	11
4.6.4 Zulässige Schwankungen	7	6.1.3.6 Systeme bei integrierten Rauchgasentschwefelungs- und Denox-Anlagen	11
4.7 Sonstige Hinweise	7	6.1.3.7 Sonderfälle	11
5 Meßgeräte und Meßverfahren	8	6.2 Bezugstemperatur	11
5.1 Allgemeine Bemerkungen	8	6.3 Zu- und abgeführte Energieströme	13
5.2 Drücke und Differenzdrücke	8	6.3.1 Nutzwärmeleistung	13
		6.3.2 Zugeführte Energieströme	15
		6.3.2.1 Allgemeines	15

Fortsetzung Seite 2 bis 50

Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

	Seite		Seite		
6.3.2.2	Dem verbrannten Brennstoff proportional zugeführte Energieströme	15	7.3.1	Meßabweichungen	26
6.3.2.3	Brennstoffstromunabhängige zugeführte (zeitbezogene) Energieströme	15	7.3.2	Standardabweichungen, Vertrauensgrenzen, Meßunsicherheit	27
6.3.2.4	Gesamter zugeführter Energiestrom	16	7.3.3	Unsicherheiten von Stoffwerten und Beiwerten	27
6.3.3	Abgeführte Energieströme (Verluste)	16	7.3.4	Begrenzte Fehlverteilung	27
6.3.3.1	Allgemeines	16	7.3.5	Meßunsicherheit eines rechnerischen Ergebnisses	27
6.3.3.2	Abgasverlust	16	7.3.6	Mehrfachmessung einer Meßgröße	27
6.3.3.3	Verlust durch unvollkommene Verbrennung ...	16	7.4	Richtwerte für Meßunsicherheiten	27
6.3.3.4	Verluste durch die Enthalpie und das Unverbrannte in der Schlacke und im Flugstaub	16	7.4.1	Allgemeines	27
6.3.3.5	Weitere, zeitbezogene Verluste	17	7.4.2	Meßunsicherheit der Zustandsgrößen	28
6.3.3.6	Verluste durch Strahlung und Leitung	17	7.4.2.1	Druck, Druckdifferenz	28
6.3.3.7	Gesamtverluste	18	7.4.2.2	Temperatur	28
6.3.4	Berechnung der bezogenen Rauchgas- und Verbrennungsluftmassen und der spezifischen Wärmekapazität	19	7.4.2.3	Enthalpie, Enthalpiedifferenz und spezifisches Volumen von Wasserdampf ...	29
6.3.4.1	Bezogene Rauchgas- und Verbrennungsluftmassen	19	7.4.3	Meßunsicherheiten der Massenströme	30
6.3.4.2	Elementare Verbrennungsrechnung	19	7.4.3.1	Wägung	30
6.3.4.2.1	Feste Brennstoffe und Heizöl	19	7.4.3.2	Volumenmessung	30
6.3.4.2.2	Brenngase	19	7.4.3.3	Durchflußmessung	30
6.3.4.3	Statistische Verbrennungsrechnung	20	7.4.3.4	Abschlußunsicherheit	30
6.3.4.3.1	Feste Brennstoffe (Kohle > 15 % Fl. B.)	20	7.4.4	Meßunsicherheit des Heizwertes	31
6.3.4.3.2	Heizöl	20	7.4.4.1	Probenahme	31
6.3.4.3.3	Erdgas	20	7.4.4.2	Heizwert	31
6.3.4.4	Spezifische Wärmekapazität des Rauchgases und der Verbrennungsluft	20	7.4.5	Meßunsicherheiten der bezogenen Rauchgas- und Verbrennungsluftmassen und der spezifischen Wärmekapazität	31
6.3.5	Direktentschwefelung	22	7.4.5.1	Meßunsicherheit der CO ₂ -, O ₂ - und CO-Gehalte des trockenen Rauchgases ...	31
6.3.5.1	Allgemeines	22	7.4.5.2	Meßunsicherheit der Verbrennungsgleichungen	32
6.3.5.2	Kalkverhältnis und Entschwefelungsgrad ...	22	7.4.5.3	Meßunsicherheit der spezifischen Wärmekapazität der trockenen Luft und des Rauchgases	32
6.3.5.3	Verbrennungsrechnung	22	7.4.6	Meßunsicherheit der Verluste durch die Enthalpie und das Unverbrannte in der Schlacke und im Flugstaub	32
6.3.5.4	Energie- und Massebilanz	23	7.4.7	Meßunsicherheit weiterer Größen	33
6.3.5.5	Verluste durch die Enthalpie und das Unverbrannte der Asche	23	7.4.8	Vernachlässigbare Meßunsicherheiten	33
6.3.6	Zu- und abgeführte Energieströme bei gleichzeitiger Verfeuerung mehrerer Brennstoffe	23	7.5	Berechnung der Meßunsicherheit	33
6.3.6.1	Allgemeines	23	7.5.1	Meßunsicherheit des Wirkungsgrades bei direkter Bestimmung	33
6.3.6.2	Zugeführte Energieströme	24	7.5.2	Meßunsicherheit des Wirkungsgrades bei der indirekten Wirkungsgradbestimmung ...	34
6.3.6.3	Abgeführte Energieströme (Verluste)	24	7.5.3	Meßunsicherheit des gemessenen Wirkungsgrades	34
6.3.6.4	Berechnung der bezogenen Rauchgas- und Verbrennungsluftmassen	24			
6.4	Wirkungsgrad	24			
6.4.1	Definition	24			
6.4.2	Direkte Wirkungsgradbestimmung	24			
6.4.2.1	Meßgrößen	24			
6.4.2.2	Berechnung des Wirkungsgrades	25			
6.4.3	Indirekte Wirkungsgradbestimmung	25			
6.4.3.1	Meßgrößen	25			
6.4.3.2	Berechnung des Wirkungsgrades	25			
7	Mittelwertbildung und Meßunsicherheiten	26	8	Umrechnung auf Gewährleistungsbedingungen	34
7.1	Allgemeines	26	8.1	Allgemeines	34
7.2	Mittelwertbildung und Berichtigung der Meßwerte	26	8.2	Umrechnung bei abweichenden Eintrittsdaten auf der Wasser/Dampfseite	35
7.2.1	Mittelwertbildung aus den Meßwerten	26	8.3	Umrechnung des direkt gemessenen Wirkungsgrades auf die Gewährleistungsbedingungen	35
7.2.2	Berichtigung der gemittelten Meßwerte	26	8.4	Umrechnung des indirekt gemessenen Wirkungsgrades auf die Gewährleistungsbedingungen über die Energiebilanz	35
7.3	Grundlagen der Meßunsicherheitsberechnungen	26	8.4.1	Umrechnung bei einem abweichenden Heizwert des asche- und wasserfreien Brennstoffes	35

	Seite		Seite
8.4.2 Umrechnung bei einem abweichenden Ascheballast	36	8.5.1 Umrechnung bei einer abweichenden Speisewassertemperatur	37
8.4.3 Umrechnung bei einem abweichenden Wasserballast	36	8.5.2 Umrechnung bei einer abweichenden Lufttemperatur	38
8.4.4 Umrechnung bei einer abweichenden Brennstofftemperatur	36	8.6 Der Wirkungsgrad unter Gewährleistungsbedingungen	38
8.4.5 Umrechnung bei einer abweichenden Verbrennungsluft-Temperatur	36	8.6.1 Direkte Wirkungsgradbestimmung	38
8.4.6 Umrechnung bei abweichender Luftfeuchte ...	37	8.6.2 Indirekte Wirkungsgradbestimmung	38
8.5 Umrechnung des indirekt gemessenen Wirkungsgrades auf die Gewährleistungsbedingungen mit Änderung der Abgastemperatur	37	8.6.3 Vergleich der Wirkungsgrade	39
		9 Beispiele	39
		Zitierte Normen und andere Unterlagen	48
		Weitere Normen und andere Unterlagen	49

1 Anwendungsbereich, Zweck und Umfang der Regeln

1.1 Anwendungsbereich

Die Regeln gelten für Dampf- und Heißwassererzeuger mit eigener Feuerung einschließlich der zugehörigen Hilfseinrichtungen.

Dampf- und Heißwassererzeuger im Sinne dieser Regeln sind Behälter und Rohrleitungen in denen:

Wasserdampf von höherem als atmosphärischem Druck zum Zwecke der Verwendung außerhalb dieser Anordnungen erzeugt wird.

Wasser auf eine höhere Temperatur als die Siedetemperatur bei atmosphärischem Druck gebracht wird, zum Zwecke der Verwendung außerhalb der Anordnungen.

Der Dampferzeuger besteht im allgemeinen aus dem rauchgasbeheizten Verdampfer, dem Überhitzer, dem Zwischenüberhitzer, dem Speise-, Luft- und gegebenenfalls Brennstoffvorwärmer und der Feuerung.

Unter dem Begriff eigene Feuerung wird im Sinne dieser Regeln eine Einrichtung verstanden, mit deren Hilfe die chemisch gebundene Wärme eines Brennstoffes bekannter Beschaffenheit in fühlbare Wärme umgesetzt wird.

Es kann sich dabei um eine Rostfeuerung, eine Wirbelschicht-Feuerung oder eine Brennerfeuerungen handeln.

Zu den Hilfseinrichtungen gehören die Brennstoffzuteiler, die Mahlanlage, das Frischluftgebläse, das Rauchgasgebläse, die Einrichtungen für die Abfuhr der Verbrennungsrückstände, der Dampf-, der Luft- sowie gegebenenfalls der Brennstoffvorwärmer und der Entstauber.

Nicht zum Anwendungsbereich gehören:

Anlagen für Sonderbrennstoffe (z. B. Müll);

druckaufgeladene Dampferzeuger (z. B. druckaufgeladene Wirbelschichtkessel);

Dampferzeuger in Kombianlagen.

Sinngemäß können die vorliegenden Regeln auch für Abnahmeversuche verwendet werden bei:

Anlagen ohne eigene Feuerung (z. B. Abhitzekeessel);

Anlagen mit anderen Wärmeträgern (z. B. Gase, Thermoöle, Natrium).

Wenn die vorliegenden Regeln als Grundlage für Abnahmeversuche an den o. g. oder anderen Wärmeübertragungsanlagen gelten sollen, muß schon bei Vertragsabschluß auf die wesentlichen Besonderheiten hingewiesen werden. Es sind dann Vereinbarungen zu treffen, wie bei Messungen und Versuchsauswertungen diesen Besonderheiten Rechnung getragen wird.

1.2 Zweck und Umfang

Die vorliegenden Regeln bilden die Grundlage für die wärmetechnischen Abnahmeversuche an Dampferzeugern und Heißwassererzeugern mit einer eigenen Feuerung.

Die Abnahmeversuche sollen nachweisen, daß die Gewährleistungen für Wirkungsgrad und Leistung oder andere technische Bedingungen erfüllt sind.

Die Regeln enthalten u. a.:

Empfehlungen für die Durchführung der Abnahmeversuche (siehe Abschnitt 4),

die Festlegung der Bilanzgrenze des Dampferzeugers und die Definition des Wirkungsgrades (siehe Abschnitt 6),

Angaben über die Meßunsicherheiten (siehe Abschnitt 7), Beispiele für Abnahmeversuche (siehe Abschnitt 9).

1.3 Allgemeine Hinweise

Die Regeln enthalten eine Reihe Hinweise auf Vereinbarungen, die sich auf die Art und den Umfang des Abnahmeversuchs beziehen. Diese Vereinbarungen sind vor den Versuchen oder bereits bei Bestellung des Dampferzeugers bzw. Heißwassererzeugers festzulegen.

Die Vereinbarungen können sich z. B. auf folgende Punkte beziehen:

- Lieferungsumfang, Systemgrenze, Bezugstemperatur,
- direkte oder indirekte Methode der Wirkungsgradbestimmung,
- zusätzliche Messungen,
- Versuchsbedingungen wie Verschmutzungszustand, Beharrungszeit und Versuchsdauer,
- abweichende Versuchsbedingungen,
- Abschlämmen und Rußblasen,
- Verwendung anderer Meßgeräte, als im Abschnitt 5 aufgeführt,
- zu verwendende Dampf- und Tafeln für andere Stoffwerte,
- besondere Umrechnungsverfahren,
- Ort und Lage der Meßstellen.