

DIN EN 13771-1



ICS 23.140; 27.200

Ersatz für
DIN EN 13771-1:2003-08

**Kältemittel-Verdichter und Verflüssigungssätze für die Kälteanwendung –
Leistungsprüfung und Prüfverfahren –
Teil 1: Kältemittel-Verdichter;
Deutsche Fassung EN 13771-1:2016**

Compressors and condensing units for refrigeration –
Performance testing and test methods –
Part 1: Refrigerant compressors;
English version EN 13771-1:2016

Compresseurs pour fluides frigorigènes et unités de condensation pour la réfrigération –
Essais de performances et méthodes d'essai –
Partie 1: Compresseurs pour fluides frigorigènes;
Version allemande EN 13771-1:2016

Gesamtumfang 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13771-1:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 113 „Wärmepumpen und Luftkonditionierungsgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AENOR (Spanien) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-14 AA „Kältemittel-Verdichter“ im DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13771-1:2003-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung des neuen Abschnitts 4 „Messunsicherheit und Prüfbedingungen“;
- b) Löschung der Liste der Messeinrichtungen;
- c) Ergänzung der zweistufigen Verdichter und Verdichter mit Zwischendruckanschluss;
- d) Ergänzung der transkritischen Anwendung;
- e) Ergänzung der Prüfanforderungen für frequenzgeregelte Verdichter;
- f) Ergänzung der zyklischen Leistungsregelung;
- g) Ergänzung der Teillastbedingungen nach Mandat M/488.

Frühere Ausgaben

DIN 8977: 1973-01

DIN EN 13771-1: 2003-08

Deutsche Fassung

Kältemittel-Verdichter und Verflüssigungssätze für die
Kälteanwendung - Leistungsprüfung und Prüfverfahren -
Teil 1: Kältemittel-Verdichter

Compressors and condensing units for refrigeration -
Performance testing and test methods -
Part 1: Refrigerant compressors

Compresseurs pour fluides frigorigènes et unités de
condensation pour la réfrigération -
Essais de performances et méthodes d'essai -
Partie 1: Compresseurs pour fluides frigogènes

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. August 2016 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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 Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Symbole	5
3.1 Begriffe	5
3.2 Symbole	7
3.3 Kältemittelkreislauf — Bezugspunkte	9
4 Messunsicherheit und Prüfbedingungen	10
4.1 Unsicherheit der Leistungsdaten	10
4.2 Messunsicherheit	11
4.3 Prüfbedingungen.....	11
5 Allgemeine Anforderungen.....	13
5.1 Berechnungsverfahren.....	13
5.1.1 Kurzbeschreibung.....	13
5.1.2 Spezifische Enthalpie	13
5.1.3 Kältemittel-Massenstrom	13
5.1.4 Leistungsaufnahme	13
5.1.5 Grundlegende Gleichungen.....	13
5.2 Anforderungen für die Auswahl der Prüfverfahren	15
5.2.1 Allgemeines.....	15
5.2.2 Gleichzeitige zweite Prüfung.....	15
5.3 Prüfdauer.....	15
5.3.1 Allgemeines.....	15
5.3.2 Beharrungszustand	15
5.3.3 Aufzeichnung der gemessenen Daten.....	16
5.4 Druck- und Temperaturmessstellen.....	16
5.5 Ölumlauf.....	16
5.6 Fraktionierung.....	16
5.7 Kalibrierung von Kalorimetern für Prüfverfahren A, B und C.....	17
5.7.1 Wärmeverlust.....	17
5.7.2 Bezugstemperatur	17
5.7.3 Kalibrierablauf.....	17
5.8 Quelle der Kältemitteldaten	17
6 Prüfverfahren.....	18
6.1 Allgemeines.....	18
6.2 Liste der Prüfverfahren.....	18
6.2.1 Kalorimeter-Verfahren	18
6.2.2 Durchfluss-Messverfahren	18
6.3 Verfahren A: Wärmeträgermedium-Kalorimeter auf der Saugseite	18
6.3.1 Beschreibung.....	18
6.3.2 Kalibrierung.....	21
6.3.3 Prüfverfahren.....	21
6.3.4 Anforderungen.....	21
6.3.5 Zusätzliche Informationen	21
6.4 Bestimmung des Kältemittel-Massenstroms	21

6.5	Verfahren B: Trockenes Kältemittel-Kalorimeter auf der Saugseite	21
6.5.1	Beschreibung	21
6.5.2	Kalibrierung	26
6.5.3	Prüfverfahren	26
6.5.4	Anforderungen	26
6.5.5	Zusätzliche Informationen	26
6.5.6	Bestimmung des Kältemittel-Massenstroms	26
6.6	Verfahren C: Wassergekühlter Verflüssiger/Gaskühler auf der Druckseite	27
6.6.1	Beschreibung	27
6.6.2	Kalibrierung	29
6.6.3	Prüfverfahren	29
6.6.4	Anforderungen	29
6.6.5	Zusätzliche Informationen	29
6.6.6	Bestimmung des Kältemittel-Massenstroms	29
6.7	Verfahren D: Kältemittelgas-Durchflussmessgerät	29
6.7.1	Beschreibung	29
6.7.2	Anforderungen	32
6.7.3	Zusätzliche Informationen	32
6.7.4	Bestimmung des Kältemittel-Massenstroms	32
6.8	Verfahren E: Kältemittel-Durchflussmessgerät in der Flüssigkeitsleitung	32
6.8.1	Allgemeines	32
6.8.2	Beschreibung	32
6.8.3	Prüfverfahren	33
6.8.4	Anforderungen	33
6.8.5	Zusätzliche Informationen	33
6.8.6	Bestimmung des Kältemittel- und Öl-Massenstroms	34
7	Bestimmung der Leistungsaufnahme des Verdichters	34
7.1	Messung	34
7.1.1	Allgemeines	34
7.1.2	Messung extern angetriebener Verdichter	34
7.1.3	Messung von Motorverdichtern	34
7.2	Berechnung	35
8	Prüfbericht	35
8.1	Allgemeines	35
8.2	Grundlegende Angaben	35
8.3	Zusätzliche Angaben	35
8.4	Prüfergebnisse	36
Anhang A (normativ) Umrechnung der gemessenen Leistungsdaten auf die spezifizierten Prüfbedingungen für Verdichter mit Zwischendruckanschluss		37
Literaturhinweise		40

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13771-1:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 113 „Wärmepumpen und Luftkonditionierungsgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AENOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13771-1:2003.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der vorherigen Fassung sind nachstehend aufgeführt:

- a) Ergänzung des neuen Abschnitts 4 „Messunsicherheit und Prüfbedingungen“;
- b) Löschung der Liste der Messeinrichtungen;
- c) Ergänzung der zweistufigen Verdichter und Verdichter mit Zwischendruckanschluss;
- d) Ergänzung der transkritischen Anwendung;
- e) Ergänzung der Prüfanforderungen für frequenzgeregelte Verdichter;
- f) Ergänzung der zyklischen Leistungsregelung;
- g) Ergänzung der Teillastbedingungen nach Mandat M/488.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Methoden zur Leistungsprüfung für Kältemittel-Verdichter fest. Diese Verfahren ermöglichen ausreichend genaue Ergebnisse zur Bestimmung von Kälteleistung, Leistungsaufnahme, Kältemittelmassenstrom, Gütegrad und Leistungszahl.

Diese Europäische Norm gilt nur für Leistungsprüfungen, bei denen die Einrichtung für eine Prüfung vorhanden ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 378-2, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

Kälteleistung

Q

Produkt des Kältemittel-Massenstromes am Eintrittskanal des Verdichters und der Differenz zwischen der spezifischen Enthalpie des Kältemittels am Verdichtereintrittskanal und der spezifischen Enthalpie der Flüssigkeit, die in die Expansionseinrichtung des Verdampfers eintritt

3.1.2

Unterkühlung

Differenz zwischen der Siedepunkttemperatur des Kältemittels entsprechend dem Druck am Verdichteraustritt und der Temperatur des flüssigen Kältemittels unter dem Siedepunkt

3.1.3

Sauggas-Überhitzung

Differenz zwischen der Taupunkttemperatur des Kältemittels entsprechend dem Druck am Verdichtereintritt und der Sauggas-Temperatur des Kältemittels am Verdichtereintritt

3.1.4

Leistungsaufnahme

P

Antriebsleistungsbedarf für den Verdichter

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bestimmung der Leistungsaufnahme ist in Abschnitt 7 spezifiziert.

3.1.5

Kälteleistungszahl

COP_R

Verhältnis von Kälteleistung zu Leistungsaufnahme

Anmerkung 1 zum Begriff: Beide obenstehenden Angaben gelten bei den spezifizierten Prüfbedingungen.

3.1.6

unterkritischer Betrieb

Betriebsbedingungen mit Druckpegel am Austritt unter dem kritischen Druck

3.1.7

transkritischer Betrieb

Betriebsbedingungen mit Druckpegel am Austritt über dem kritischen Druck

3.1.8

Teillastbetrieb

bei Verdichtern mit Mechanismus zur Leistungsregelung wird Teillast als Betrieb mit aktiver Leistungsregelung bei verminderter Leistung verstanden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das An-/Ausschalten der Versorgungsspannung des Verdichtermotors gilt nicht als Leistungsregelung.

3.1.9

Flüssigkeit

Kältemittelflüssigkeit, -gas oder -dampf, einschließlich des Erscheinungszustandes nahe am und über dem kritischen Druck

3.1.10

Verdampfungstemperatur

Tautemperatur entsprechend dem Saugdruck des Verdichters

3.1.11

Verflüssigungstemperatur

Tautemperatur entsprechend dem Austrittsdruck des Verdichters

3.1.12

Kältemittelmassenstrom ($\dot{m}$)

Massenstrom des Kältemittels am Verdichteranschluss

3.1.13

Liefergrad (η_v)

Verhältnis des tatsächlichen Volumenstromes unter den Bedingungen am Verdichtereintritt entsprechend den in 4.3 festgelegten Anforderungen zum Fördervolumen des Verdichters

Anmerkung 1 zum Begriff: Anschlüsse siehe Tabelle 2, Indizes 1, 2 und 7.

3.1.14

Gütegrad (η_i)

Verhältnis der gesamten isentropen Kompressionsleistung zur Leistungsaufnahme

Anmerkung 1 zum Begriff: Die gesamte isentrope Kompressionsleistung ist die Summe aus dem jeweiligen Produkt des Massenstromes mal der isentropen Enthalpieänderung bei der entsprechenden Kompressionsstufe.

3.1.15

Ölumlaufl (x_{oil})

Verhältnis des gemessenen Ölmassenstromes zum Massenstrom des umlaufenden Öl-Kältemittelgemisches am Verdichtereintritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Ölumlaufl darf sich an anderen Verdichteranschlüssen unterscheiden.

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die festgelegten Symbole in Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Bezeichnung	SI-Einheit
A	Wärmeübertragerfläche	m^2
c	spezifische Wärmekapazität einer Heiz- und Kühlflüssigkeit	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
f	Elektrische Frequenz	Hz
F	Wärmeverlustkoeffizient	W/K
F_m	Massenstromverhältnis	-
h	Spezifische Enthalpie	J/kg
h_{i1-2}	Spezifische Enthalpie von Kältemittelgas am Verdichteraustritt (2), das zur Berechnung des Gütegrads die gleiche Entropie hat wie das Kältemittelgas am Verdichtereintritt (1) (spezifizierte Prüfbedingungen)	J/kg
h_{i7-2}	Spezifische Enthalpie von Kältemittelgas am Verdichteraustritt (2), das zur Berechnung des Gütegrads die gleiche Entropie hat wie das Kältemittelgas am Zwischendruckanschluss (7) des Verdichters (spezifizierte Prüfbedingungen)	J/kg
n	Verdichterdrehzahl	s^{-1}
P	Leistungsaufnahme	W
p	Absoluter Druck	Pa
m_a	Bei der Prüfung ermittelter Kältemittel-Massenstrom	kg/s
m	Kältemittel-Massenstrom bei den spezifizierten Prüfbedingungen	kg/s
m_f	Massenstrom einer Heiz- oder Kühlflüssigkeit	kg/s
m_{oil}	Öl-Massenstrom	kg/s
m_x	Massenstrom des umlaufenden Öl-Kältemittel-Gemisches	kg/s
V	Kältemittel-Volumenstrom	m^3/s
V_x	Volumenstrom des umlaufenden Öl-Kältemittel-Gemisches	m^3/s
T	Absolute Temperatur	K
ΔT_{eco}	Differenz zwischen Flüssigkeitsaustritt des Economisers und der Siedetemperatur entsprechend dem Zwischendruck	K
t	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
t_{cal}	Mittlere Oberflächentemperatur des Kalorimeters	$^{\circ}\text{C}$
t_b	Siedepunkttemperatur des Kältemittels	$^{\circ}\text{C}$
t_{bs}	Siedepunkttemperatur des Sekundärfluids	$^{\circ}\text{C}$
t_x	Bezugstemperatur	$^{\circ}\text{C}$
t_{s1}	Eintrittstemperatur der Heiz- oder Kühlflüssigkeit	$^{\circ}\text{C}$
t_{s2}	Austrittstemperatur der Heiz- oder Kühlflüssigkeit	$^{\circ}\text{C}$

Symbol	Bezeichnung	SI-Einheit
u	Wärmedurchgangszahl	W/(m ² ·K)
U	Elektrische Spannung	V
V_{sw}	Theoretisches Fördervolumen des Verdichters bei festgelegter Geschwindigkeit	m ³ /s
x_{oil}	Ölumlaufl im Kältemittelkreislauf, angegeben als Ölmasse je Masse des Gemisches	kg/kg
COP_R	Kälteleistungszahl	—
η_i	Gütegrad	—
η_v	Liefergrad	—
v	Spezifisches Volumen	m ³ /kg
ρ_a	Dichte des Kältemittels entsprechend Druck und Temperatur, bei der die Durchflussmenge gemessen wurde	kg/m ³
Q_i	Wärmebelastung in das Kalorimeter	W
Q_n	elektrische Leistungsaufnahme der Heizung	W
Q	Kälteleistung des Verdichters bei den spezifizierten Prüfbedingungen	W

Table 2 — Indizes

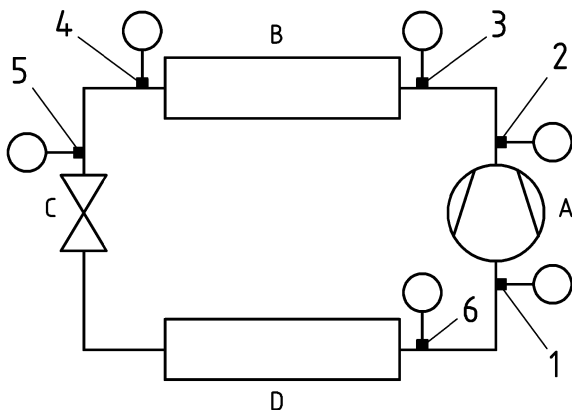
Index	Bezeichnung
a	Tatsächlich
amb	Umgebung
1	Kältemittel am Verdichtereintritt
2	Kältemittel am Verdichteraustritt
3	Kältemittel am Eintritt des Verflüssigers/Gaskühlers
4	Kältemittel am Austritt des Verflüssigers/Gaskühlers
5	Kältemittel am Eintritt der Expansionseinrichtung
6	Kältemittel am Austritt des Verdampfers
7	Kältemittel am Zwischendruckanschluss (Verbindung zum Verdichter)
8	Kältemittel am Eintritt des Durchflussmessgeräts
9	Kältemittel am Eintritt der Expansionseinrichtung C7
10	Flüssigkeitsaustritt des Kältemittel am Economiser HX
f2	Flüssiges Kältemittel am Siedepunkt entsprechend dem Druck am Verdichteraustritt bei den spezifizierten Prüfbedingungen bei unterkritischer Anwendung oder flüssiges Kältemittel unter Verdichteraustrittsdruck und Temperatur des Gaskühleraustritts bei den spezifizierten Prüfbedingungen

Index	Bezeichnung
f7	Flüssiges Kältemittel am Siedepunkt entsprechend dem Druck am Zwischendruckanschluss bei unterkritischer Anwendung nach den spezifizierten Prüfbedingungen
f ₁₀	Flüssiges Kältemittel am Siedepunkt entsprechend dem Druck am Zwischendruckanschluss plus Temperaturdifferenz des Economiser HX
b	Siede
d	Tau
i	Isentrop
cal	Kalorimeteroberfläche
crit	Kritischer Punkt des Kältemittels
f	Flüssigkeit
oil	Öl
s	Sekundärfluid
x	Öl-Kältemittel-Gemisch

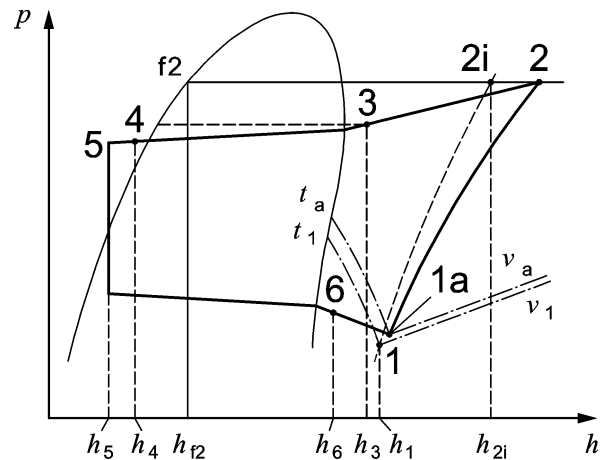
3.3 Kältemittelkreislauf — Bezugspunkte

Bild 1 zeigt die Bezugspunkte im Kältemittelkreislauf.

Diese allgemeine Darstellung veranschaulicht die Bedingungen in typischen einstufigen Systemen, die nicht alle für die Verdichterleistung maßgeblich sind (z. B. die angegebenen Druckabfälle), aber für die entsprechende Berechnung wichtig. Druck-Enthalpie-Diagramme (p, h-Diagramme) mit Bezug zu den spezifischen Prüfverfahren zeigen nicht die unterschiedlichen Druckabfälle, um die Diagramme so übersichtlich wie möglich zu gestalten.



a) Kreislaufdiagramm



b) Druck-Enthalpie-Diagramm

Legende

- 1 Kältemittelgas am Verdichtereintritt
- 2 Kältemittelgas am Verdichteraustritt
- 3 Kältemittelgas am Eintritt des Verflüssigers/Gaskühlers
- 4 Kältemittel am Austritt des Verflüssigers oder Gaskühlers
- 5 Flüssiges Kältemittel am Eintritt der Expansionseinrichtung
- 6 Kältemittelgas am Austritt des Kalorimeters
- A Verdichter
- B Verflüssiger
- C Expansionseinrichtung
- D Verdampfer

Bild 1 — Kältemittelkreislauf

4 Messunsicherheit und Prüfbedingungen

4.1 Unsicherheit der Leistungsdaten

Die Messgeräte müssen so ausgewählt und kalibriert sein, dass sich das Endergebnis innerhalb des folgenden Maximalbereichs der Messunsicherheiten für den gemessenen Wert befindet:

- Kälteleistung: $\pm 2,5 \%$;
- elektrische Leistungsaufnahme: $\pm 1 \%$ und
- mechanische Leistungsaufnahme: $\pm 2,5 \%$.

4.2 Messunsicherheit

Es ist davon auszugehen, dass die Unsicherheitswerte ein 95 %iges Vertrauensintervall abdecken, d. h. $\pm$ der 2fachen Standardabweichung. Wenn nicht etwas anderes in den jeweiligen Abschnitten vorgegeben ist, müssen die Messungen innerhalb des folgenden Maximalbereichs der Messunsicherheiten für den gemessenen Wert ausgeführt werden:

- Absoluter Druck: ± 1 %;
- Elektrisch:
 - Strom ± 1 %;
 - Frequenz: ± 1 %;
 - Leistung ± 1 %;
 - Spannung ± 1 %;
- Kältemittel-Durchfluss: ± 1 %;
- Drehzahl: $\pm 0,07$ %;
- Masse: $\pm 0,2$ %;
- Temperaturen:
 - Temperatur für Differenzen: $\pm 0,05$ K;
 - Temperaturdifferenzen: ± 1 %;
 - Andere Temperaturen: $\pm 0,3$ K;
- Zeit: $\pm 0,1$ %;
- Drehmoment: ± 1 %.
- Wasser-Durchfluss: ± 1 %.

Das Einhalten der aufgeführten Grenzwerte bedeutet nicht, dass automatisch die Anforderungen von 4.1 erfüllt werden.

4.3 Prüfbedingungen

Die spezifizierten Prüfbedingungen, bei denen die Prüfung durchzuführen ist, und deren zulässige Abweichungen sind in Tabelle 3 angegeben.