

Leistungsprüfung von Kältemittel-Verdichtern

DIN
8977

Testing of refrigerant compressors

Diese Norm stimmt sachlich überein mit der ISO-Empfehlung R 917 „Prüfung von Kältemittel-Verdichtern“. Allgemeingültige thermodynamische Grundlagen sowie physikalische und technische Daten verschiedener Kältemittel siehe „Kältemaschinenregeln“¹⁾.

Inhalt

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Geltungsbereich und Zweck 2. Begriffe, Einheiten, Formelzeichen <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Begriffe 2.2. Formelzeichen und Einheiten 3. Grundlagen der Prüfungen <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Bestimmung der Kälteleistung 3.2. Einteilung der Prüfungen 3.3. Berechnungsgrundlagen 4. Prüfbedingungen und zulässige Abweichungen 5. Vorbereitung der Prüfungen 6. Meßgeräte <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Temperatur-Meßgeräte 6.2. Druck-Meßgeräte 6.3. Elektrische Meßgeräte 6.4. Durchfluß-Meßgeräte für Kältemittel 6.5. Durchfluß-Meßgeräte für Kühlwasser 6.6. Drehzahl-Meßgeräte 6.7. Zeitmessungen 6.8. Gewichtsmessungen 7. Durchführung der Prüfungen 8. Prüfverfahren zur Bestimmung der Kälteleistung <ol style="list-style-type: none"> 8.1. Einteilung der Prüfverfahren 8.2. Mögliche Kombination der Prüfverfahren | <ol style="list-style-type: none"> 8.3. Verfahren A: Sekundär-Flüssigkeitskalorimeter 8.4. Verfahren B: Überflutetes Kältemittelkalorimeter 8.5. Verfahren C: Trockenes Kältemittelkalorimeter 8.6. Verfahren D: Kältemitteldampf-Strömungsmesser 8.7. Verfahren E: Kältemittel-Flüssigkeitsmenge 8.8. Verfahren F: Kältemittel-Flüssigkeitsmengen- und Strömungsmesser 8.9. Verfahren G: Wassergekühlter Verflüssiger 8.10. Verfahren H: Kältemitteldampfkühlung 8.11. Verfahren J: Kältemitteldampfkühlung 8.12. Verfahren K: Kalorimeter in der Verdichter-Druckleitung 9. Bestimmung des Leistungsbedarfs <ol style="list-style-type: none"> 9.1. Direktes Verfahren 9.2. Indirektes Verfahren 9.3. Aufgenommene Leistung 10. Prüfbericht 11. Fehlerbeurteilung <ol style="list-style-type: none"> 11.1. Kälteleistung 11.2. Verhältniswert 12. Zahlentafeln und Diagramme |
|--|---|

1. Geltungsbereich und Zweck

1.1. Diese Norm gilt für die Leistungsprüfung von einstufigen Kältemittel-Verdichtern des Verdrängertyps. Sie kann auf andere Arten von Kältemittel-Verdichtern sinngemäß angewandt werden.

1.2. Die Leistungsprüfung nach dieser Norm gilt nur für den Kältemittel-Verdichter allein und berücksichtigt nicht andere Teile der Kältemaschine (siehe DIN 8976).

1.3. Die Prüfung der Eignung eines Kältemittel-Verdichters für einen bestimmten Verwendungszweck, z. B. Kühlmöbel, Klimageräte, ist nicht Gegenstand dieser Norm.

Anmerkung: Wegen der hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Messungen kann die Prüfung nach dieser Norm nur auf besonders beschaffenen Prüfständen durchgeführt werden.

¹⁾ Herausgegeben vom Deutschen Kältetechnischen Verein, zu beziehen durch Verlag C. F. Müller, Karlsruhe

2. Begriffe, Einheiten, Formelzeichen

2.1. Begriffe

2.1.1. Kälteleistung

Die Kälteleistung eines Kältemittel-Verdichters ist das Produkt aus dem bei der Prüfung ermittelten Massenstrom des Kältemittels durch den Verdichter und der Differenz zwischen der spezifischen Enthalpie des Kältemittels im Zustand des Meßpunktes am Eintritt des Verdichters und der spezifischen Enthalpie im Zustand der gesättigten Flüssigkeit bei der Temperatur, die dem Verdichtungsdruck des Meßpunktes am Austritt des Verdichters entspricht.

2.1.2. Kälteleistungsgrad

Der Kälteleistungsgrad ist das Verhältnis der Kälteleistung zur zugeführten Leistung.

Anmerkung: Es muß angegeben werden, ob die zugeführte Leistung gleich der an der Antriebswelle des Verdichters gemessenen Leistung oder gleich der Klemmenleistung des Motors ist.

Fortsetzung Seite 2 bis 19

Fachnormenausschuß Kältetechnik im Deutschen Normenausschuß (DNA)



Documents

2.2. Formelzeichen und Einheiten

Bedeutung	Formelzeichen	Einheit	
		Internationales System (SI)	Bisheriges metrisches System
Freiliegende Oberfläche des Verflüssigers	A	m^2	m^2
Spezifische Wärmekapazität der Flüssigkeit	c	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	$\text{kcal}/(\text{kg} \cdot \text{grd})$
Spezifische Wärmekapazität des Öls	c_0	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	$\text{kcal}/(\text{kg} \cdot \text{grd})$
Wärmeverlustkoeffizient des Kalorimeters	f_K	W/K	$\text{kcal}/(\text{h} \cdot \text{grd})$
Spezifische Enthalpie der Kältemittelflüssigkeit bei Sättigungstemperatur entsprechend dem Verdichter-Verdichtungsdruck gemäß der grundlegenden Prüfbedingungen	h_{f1}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie der Kältemittelflüssigkeit, die in das Expansionsventil eintritt	h_{f2}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie der Kältemittelflüssigkeit, die aus dem Verflüssiger austritt	h_{f3}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des in den Verdichter eintretenden Kältemittels bei den vorgeschriebenen grundlegenden Prüfbedingungen	h_{g1}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des aus dem Kalorimeter oder Gaskühler austretenden verdampften Kältemittels	h_{g2}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des in den Verflüssiger eintretenden Kältemitteldampfes	h_{g3}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des in den Gaskühler eintretenden Kältemitteldampfes	h_{h4}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des aus dem Gaskühler austretenden Kältemitteldampfes	h_{g5}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des in das Kalorimeter eintretenden Kältemitteldampfes	h_{g6}	J/kg	kcal/kg
Spezifische Enthalpie des aus dem Kalorimeter austretenden Kältemitteldampfes	h_{g7}	J/kg	kcal/kg
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient von Kältemittel zur Umgebungsluft am Verflüssiger	k	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\text{kcal}/(\text{H} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{grd})$
Massenstrom des Kühlwassers	$\dot{m}_W$	kg/s	kg/h
Massenstrom des Kältemittels, wie durch die Prüfung bestimmt	$\dot{m}_{Rp}$	kg/s	kg/h
Massenstrom der Flüssigkeit	$\dot{m}_{Rf}$	kg/s	kg/h
Gesamter Massenstrom des Kältemittels	$\dot{m}_{Rg}$	kg/s	kg/h
Massenstrom des durch ein Drosselmeßgerät gemessenen Kältemittels	$\dot{m}_{Rd}$	kg/s	kg/h
Leistungsaufnahme	P	W	W
Kälteleistung	$\dot{Q}_0$	W	kcal/h
Leistungsaufnahme der Heizeinrichtung	$\dot{Q}_H$	W	W
Leistungsaufnahme des Kalorimeters oder Gaskühlers	$\dot{Q}_K$	W	kcal/h
Mittlere Umgebungstemperatur	t_a	$\text{K}, ^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
Mittlere Oberflächentemperatur des Kalorimeters	t_K	$\text{K}, ^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
Mittlere Temperatur der der umgebenden Luft ausgesetzten Verflüssigeroberfläche	t_C	$\text{K}, ^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
Sättigungstemperatur entsprechend dem Verdichtungsdruck	t_f	$\text{K}, ^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
Verdichter-Ansaugtemperatur	t_g	$\text{K}, ^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$

Bedeutung	Formelzeichen	Einheit	
		Internationales System (SI)	Bisheriges metrisches System
Mittlere Sättigungstemperatur entsprechend dem Druck der Sekundär-Flüssigkeit	t_s	K, °C	°C
Mittlere Sättigungstemperatur des Kältemittels	t_R	K, °C	°C
Eintritts-Temperatur	t_1	K, °C	°C
Austritts-Temperatur	t_2	K, °C	°C
Volumenstrom des flüssigen Kältemittel/Ölgemisches	$\dot{V}$	m ³ /s	m ³ /s
Ölgehalt des Kältemittel-Öl-Gemisches	χ	—	—
Dichte des Kältemittels	ρ_R	kg/m ³	kg/m ³
Spezifisches Volumen des Öls	v_0	m ³ /kg	m ³ /kg
Spezifisches Volumen des Kältemitteldampfes bei Ansaugbedingungen gemäß den vorgeschriebenen Prüfbedingungen	v_{g1}	m ³ /kg	m ³ /kg
Tatsächliches spezifisches Volumen des Kältemitteldampfes, der in den Verdichter eintritt	v_{ga}	m ³ /kg	m ³ /kg

3. Grundlagen der Prüfungen

3.1. Bestimmung der Kälteleistung

Die Bestimmung der Kälteleistung eines Verdichters umfaßt

- die Ermittlung des Massenstroms des Kältemittels, den man für jedes der Verfahren nach Abschnitt 8.3 bis 8.12 mit Hilfe der in den äußeren Teilen des Prüfkreislaufs zwischen dem Eintritt und dem Austritt des Verdichters eingeschalteten Meßanordnung erhält,
- die Bestimmung der spezifischen Enthalpie des Kältemittels im Zustand der gesättigten Flüssigkeit beim Verdichtungsdruck und der spezifischen Enthalpie beim Ansaugdruck und der Ansaug-Temperatur, die man mit Hilfe von Zustandstabellen oder -diagrammen des Kältemittels erhält.

Während der Prüfung soll der Kältemittel-Verdichter mit allen Hilfseinrichtungen und Zubehörteilen, die für den zufriedenstellenden Betrieb im üblichen Einsatz notwendig sind, ausgestattet sein.

3.2. Einteilung der Prüfungen

Die Prüfungen bestehen aus einer Hauptprüfung und einer Kontrollprüfung, die beide gleichzeitig durchgeführt werden sollen.

3.2.1. Die Kontrollprüfung soll nach einem anderen Verfahren als die Hauptprüfung durchgeführt werden, so daß man ihre Ergebnisse unabhängig von denen der Hauptprüfung erhält.

3.2.2. Der Wert des für die Hauptprüfung berechneten Fehlers der Kälteleistung soll kleiner sein als der für die ausgewählte Kontrollprüfung berechnete Fehler (siehe Abschnitt 11).

3.2.3. Empfohlene Verfahren für Haupt- und Kontrollprüfungen und für geeignete Kombinationen sind in Abschnitt 8 angegeben.

3.2.4. Die Ergebnisse der Hauptprüfung sind gültig, wenn die der Kontrollprüfung von ihnen um nicht mehr als $\pm 4\%$ abweichen.

3.3. Berechnungsgrundlagen

3.3.1. Spezifische Enthalpien

Unter Berücksichtigung der Angaben nach Abschnitt 5 werden die spezifische Enthalpie der Kältemittelflüssigkeit

beim Verdichtungsdruck und die spezifische Enthalpie beim Ansaugdruck und bei der Ansaugtemperatur aus allgemein anerkannten Tabellen und Diagrammen über die thermodynamischen Eigenschaften des verwendeten Kältemittels entnommen. Eine Berichtigung wegen des mitgerissenen Öls im Falle des Ansaugzustands ist ggf. erforderlich (siehe Abschnitt 8.7.3.3).

3.3.2. Massenstrom des Kältemittels

Der Massenstrom wird durch eine Hauptprüfung bestimmt und durch eine geeignete gleichzeitig durchgeführte Kontrollprüfung bestätigt (siehe Abschnitt 8.2).

3.3.3. Spezifisches Volumen des Kältemittels

Der tatsächliche Prüfwert des spezifischen Volumens des Kältemitteldampfes am Eintritt des Verdichters v_{ga} darf um nicht mehr als 2 % von dem Wert v_{g1} entsprechend den Prüfbedingungen nach Abschnitt 4 abweichen.

3.3.4. Betrag des gemessenen Massenstroms

Unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.3.3 wird der Betrag des gemessenen Massenstroms durch Multiplikation mit v_{ga}/v_{g1} berichtigt.

4. Prüfbedingungen und zulässige Abweichungen

Folgende Prüfbedingungen für die Prüfung eines Kältemittel-Verdichters müssen vereinbart werden:

4.1. Der absolute Druck an den Meßpunkten in der Ansaug- und Druckleitung des Verdichters.

Die den abgelesenen Drücken entsprechenden Sättigungstemperaturen des Kältemittels sollen während der gesamten Prüfzeit um nicht mehr als $\pm 0,5\text{ °C}$ schwanken.

4.2. Die Ansaugtemperatur am Meßpunkt in der Ansaugleitung des Verdichters. Die abgelesenen Temperaturen sollen um nicht mehr als $\pm 3\text{ °C}$ während der gesamten Prüfzeit schwanken.

4.3. a) Die Drehzahl des Verdichters.

Die für die Prüfung gewählte Drehzahl soll um nicht mehr als 10 % von der Nenndrehzahl abweichen, oder

b) Die Spannung an den Motorklemmen und die Frequenz. Die Spannung soll innerhalb $\pm 2\%$ des auf dem Typenschild angegebenen Werts liegen und die Frequenz innerhalb $\pm 2\%$.

5. Vorbereitung der Prüfungen

Um die zulässigen Abweichungen der Ergebnisse einhalten zu können, sind die Abschnitte 5.1 bis 5.6 besonders zu beachten.

5.1. Alle Meßgeräte und Hilfsmeßeinrichtungen sollen zum Ein- und Austritt des Verdichters richtig angeordnet sein. Sie sollen, um die Fehlergrenzen nach Abschnitt 6 einzuhalten, mittels Kontrollgeräten geeicht bzw. kalibriert und, falls erforderlich, berichtigt werden.

5.2. Die Meßstellen für Druck und Temperatur am Saugstutzen des Verdichters sollen an der gleichen Stelle angebracht werden. Diese Stelle befindet sich in einer Entfernung von $8 \times$ Rohrdurchmesser gerader Rohrleitung, jedoch mindestens 300 mm, vor dem Eintritt bzw. vor dem Absperrventil, falls der Verdichter serienmäßig damit ausgerüstet ist.

5.3. Die Meßstellen für Druck und Temperatur am Druckstutzen des Verdichters sollen an der gleichen Stelle angebracht werden. Diese Stelle befindet sich in einer Entfernung von $8 \times$ Rohrdurchmesser gerader Rohrleitung, jedoch mindestens 300 mm, hinter dem Austritt bzw. hinter dem Absperrventil, falls der Verdichter serienmäßig damit ausgerüstet ist.

5.4. Die vorgesehenen Kältemittel- und Schmierölfüllungen sollen im Kreislauf vorhanden sein. Leistungsfähige Ölabscheider sollen in der Druckleitung des Verdichters angebracht werden sowie Einrichtungen, die das abgeschiedene Öl direkt in das Verdichter-Schmiersystem zurückbringen, sofern die Verwendung eines Ölabscheiders betriebsmäßig vorgesehen ist.

5.5. Der Kreislauf muß dicht sein; alle nicht kondensierbaren Gase müssen entfernt sein.

5.6. Der Verdichter soll gegen außergewöhnliche Luftströmungen geschützt sein.

6. Meßgeräte

Die Meßgeräte sollen vor und nach jeder Prüfung geeicht bzw. kalibriert werden.

6.1. Temperatur-Meßgerät

6.1.1. Arten

- a) Quecksilber-Thermometer (die Gasströmung soll durch die Thermometerhülse nicht merklich geändert werden)
- b) Thermoelemente
- c) Elektrische Widerstandsthermometer

6.1.2. Fehlergrenzen

- a) für Sole oder Wasser im Kalorimeter: $\pm 0,1$ °C beim Meßwert
- b) für Wasser in Verflüssigern, wenn die Daten für Kontrollprüfungen gebraucht werden: $\pm 0,1$ °C beim Meßwert
- c) für alle anderen Temperaturen: $\pm 0,3$ °C beim Meßwert

6.2. Druck-Meßgeräte

6.2.1. Arten

- a) Quecksilber-Manometer
- b) Rohrfeder-Manometer
- c) Membran- oder Balgmanometer

6.2.2. Fehlergrenzen

- a) für Ansaugdruck: absolut ± 1 %, bezogen auf den Meßwert
- b) für andere Drücke: absolut ± 2 %, bezogen auf den Meßwert

6.3. Elektrische Meßgeräte

6.3.1. Arten

- a) anzeigende Meßgeräte
- b) integrierende Meßgeräte

6.3.2. Fehlergrenzen

- a) für anzeigende Meßgeräte: 0,5 % vom Skalenendwert
- b) für integrierende Meßgeräte: 1 % des gemessenen Werts

6.4. Durchfluß-Meßgerät für Kältemittel

6.4.1. Arten

- a) Kältemittelflüssigkeits-Mengenmesser, der entweder die Masse oder das Volumen mißt
- b) Kältemittelflüssigkeits-Strömungsmesser
- c) Kältemitteldampf-Strömungsmesser

6.4.2. Fehlergrenzen

Für alle Geräte: $\pm 1,5$ %, bezogen auf den Meßwert

6.5. Durchfluß-Meßgeräte für Kühlwasser

6.5.1. Arten

- a) Flüssigkeits-Mengenmesser, der entweder die Masse oder das Volumen mißt
- b) Flüssigkeits-Strömungsmesser

6.5.2. Fehlergrenzen

Für alle Geräte ± 1 %, bezogen auf den Meßwert

6.6. Drehzahl-Meßgeräte

6.6.1. Arten

- a) Umdrehungszähler
- b) Tachometer
- c) Stroboskop
- d) Oszillograph

6.6.2. Fehlergrenzen

Für alle Meßgeräte: $\pm 0,75$ %, bezogen auf den Meßwert

6.7. Zeitmessungen

Zeitmessungen werden mit Geräten mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1$ %, bezogen auf den Meßwert, durchgeführt.

6.8. Gewichtsmessungen

Gewichtsmessungen werden mit Geräten mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,2$ %, bezogen auf den Meßwert, durchgeführt.

7. Durchführung der Prüfungen

7.1. Alle Prüfungen werden im Beharrungszustand durchgeführt; dazu muß der Kältemittel-Verdichter kontinuierlich so arbeiten, daß für eine bestimmte Zeit Schwankungen aller Einflußgrößen, die möglicherweise die Ergebnisse einer Prüfung beeinträchtigen könnten, innerhalb der zulässigen Abweichung bleiben und keine Tendenz aufweisen, diese Grenzen zu überschreiten.

7.2. Während der Prüfung soll kein Kältemittel nachgefüllt werden, ebenso soll kein Öl in geschlossene Kurbelgehäuse nachgefüllt werden, die mit dem Kältemittelkreislauf in Verbindung stehen.

Während der gesamten Prüfung soll der Kreislauf nur solches Kältemittel und Schmieröl in der entsprechenden Reinheit enthalten, das zum normalen Betrieb bei kontinuierlichem Lauf des Verdichters geeignet ist und das die Genauigkeit der Messungen nicht über die vereinbarten Toleranzen hinaus beeinträchtigt.

Anmerkung: Das vollständige Ausschalten des Einflusses von flüssigem Kältemittel und Schmieröl ist schwierig zu erreichen; jedoch können die Fehler, die von diesen Faktoren am Eintritt des Verdichters herrühren, gewöhnlich wie folgt so weit reduziert werden, daß sie vernachlässigt werden können:

- a) Es ist sicherzustellen, daß der Kältemitteldampf am Eintritt des Verdichters genügend überhitzt ist. Zu diesem Zweck ist ggf. ein Ansaug-Überhitzer erforderlich. Jeder Wärmestrom, der diesem von außen zugeführt wird, soll aufgezeichnet werden.
- b) Anordnung eines leistungsfähigen Ölabscheiders in der Druckleitung des Verdichters für die Verfahren K, H und J.

7.3. Nach der Inbetriebnahme des Verdichters sollen während einer Einlaufzeit die notwendigen Einstellungen vorgenommen werden, bis die wesentlichen für die Prüfung erforderlichen Meßwerte innerhalb der zulässigen Abweichungen liegen.

7.4. Nach Erreichen des Beharrungszustands werden in einer Stunde wenigstens 4 Ablesungen im Abstand von höchstens 20 min durchgeführt. Die Ergebnisse werden als Kurve aufgetragen.

Wird bei Verwendung von registrierenden Meßgeräten mit gleichen Fehlergrenzen während mindestens 30 min der Beharrungszustand nachgewiesen, dann genügen 4 Ablesungen in gleichen Zeitabständen von mindestens 5 min.

7.5. Der Meßwert der Prüfung ist das arithmetische Mittel der aufeinanderfolgenden Ablesungen.

8. Prüfverfahren zur Bestimmung der Kälteleistung

8.1. Einteilung der Prüfverfahren

8.1.1. Verfahren A (siehe Abschnitt 8.3):

Sekundär-Flüssigkeitskalorimeter (in der Saugleitung)

Verfahren B (siehe Abschnitt 8.4):

Überflutetes Kältemittelkalorimeter (in der Saugleitung)

Verfahren C (siehe Abschnitt 8.5):

Trockenes Kältemittelkalorimeter (in der Saugleitung)

Ein wärmeisoliertes Kalorimeter ist nahe dem Saugstutzen des Verdichters als Verdampfer installiert, und die Kälteleistung wird erzeugt durch den direkten Wärmeübergang von einer geeigneten geregelten Wärmequelle an das Kältemittel.

Anmerkung: Die Verfahren A, B und C sollten, wenn irgend möglich, als Hauptprüfungen verwendet werden.

8.1.2. Verfahren G (siehe Abschnitt 8.9):

Wassergekühlter Verflüssiger.

Der im Kreislauf vorhandene wassergekühlte Verflüssiger ist entsprechend isoliert und so ausgerüstet, daß er als Kalorimeter wirken kann.

8.1.3. Verfahren K (siehe Abschnitt 8.12):

Kalorimeter in der Druckleitung

Ein wärmeisoliertes Kalorimeter ist in die Druckleitung des Verdichters eingebaut zur Aufnahme des gesamten Kältemittelstroms in gasförmigem Zustand.

8.1.4. Verfahren D (siehe Abschnitt 8.6):

Kältemitteldampf-Strömungsmesser

Ein Strömungsmesser mit Blende oder Düse ist in die Saug- oder Druckleitung des Verdichters eingebaut.

8.1.5. Verfahren E (siehe Abschnitt 8.7)

Kältemittel-Flüssigkeitsmengenmesser

Verfahren F (siehe Abschnitt 8.8):

Kältemittel-Flüssigkeitsströmungsmesser

Verfahren H (siehe Abschnitt 8.10):

Kältemittel-Dampfkühlung

Verfahren J (siehe Abschnitt 8.11):

Alternative zum Verfahren H

Die Verfahren E und F messen den Gesamtstrom des Kältemittels in flüssigem Zustand.

Die Verfahren H und J messen nur einen Teilstrom des flüssigen Kältemittels, der von einem besonderen Verflüssiger kommt.

Die Verfahren G, K, D, E, F, H und J sollen im allgemeinen als Kontrollprüfungen verwendet werden. Falls es jedoch nicht möglich ist, die Verfahren A, B und C als Hauptprüfungen zu verwenden, dürfen die Verfahren D, G und K für diesen Zweck verwendet werden unter der Voraussetzung, daß der gesamte Massenstrom durch die Meßeinrichtung strömt und die besonderen Vorsichtsmaßnahmen nach Abschnitt 5 genau beachtet werden.

8.2. Mögliche Kombinationen der Prüfverfahren

Die folgenden Kombinationen von Haupt- und Kontrollprüfungen sind möglich unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3.2 angegebenen Bedingungen.

Hauptprüfung	mögliche Kontrollprüfung
Verfahren A	E, F, G, K
Verfahren B	E, F, G, K
Verfahren C	E, F, G, K
Verfahren D	H, J, G, K
Verfahren G	E, F, K
Verfahren K	E, F, G, H, J

8.3. Verfahren A:

Sekundär-Flüssigkeitskalorimeter (Bild 1)

8.3.1. Beschreibung

Das Sekundär-Flüssigkeitskalorimeter besteht aus einer als primärer Verdampfer dienenden Rohrschlange für direkte Expansion oder einer Gruppe parallel geschalteter Rohrschlangen. Dieser Verdampfer ist in dem oberen Teil eines druckfesten wärmeisolierten Behälters aufgehängt. Der untere Teil des Behälters ist mit einer Sekundär-Kältemittelflüssigkeit gefüllt, in die eine Heizung vollständig eintaucht. Der Kältemittelstrom wird entweder durch ein Handregelventil oder durch ein automatisches Expansionsventil geregelt, das sich nahe dem Kalorimeter befinden soll. Das Expansionsventil und die Kältemittelleitungen für die Verbindung mit dem Kalorimeter sollten isoliert sein, um die Wärmezufuhr zu verringern.

Das Kalorimeter soll so isoliert sein, daß der Wärmeverlust 5 % der Verdichterleistung nicht übersteigt.

Der Druck der Sekundär-Flüssigkeit soll auf $\pm 0,05$ bar gemessen werden. Unzulässige Drucküberschreitungen sind sicher zu verhindern.

8.3.2. Eichen

Das Kalorimeter soll wie folgt geeicht werden:

8.3.2.1. Die Wärmezufuhr zu der Sekundär-Flüssigkeit wird so eingestellt, daß der Druck auf einem konstanten Wert, entsprechend einer Sättigungstemperatur von annähernd 14 °C über der Umgebungstemperatur, bleibt.

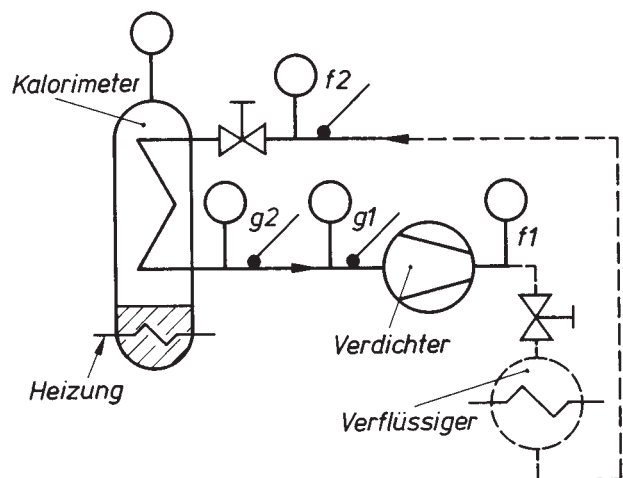


Bild 1. Verfahren A

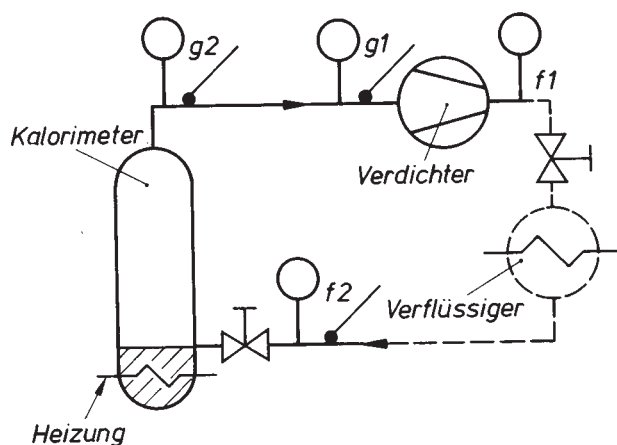
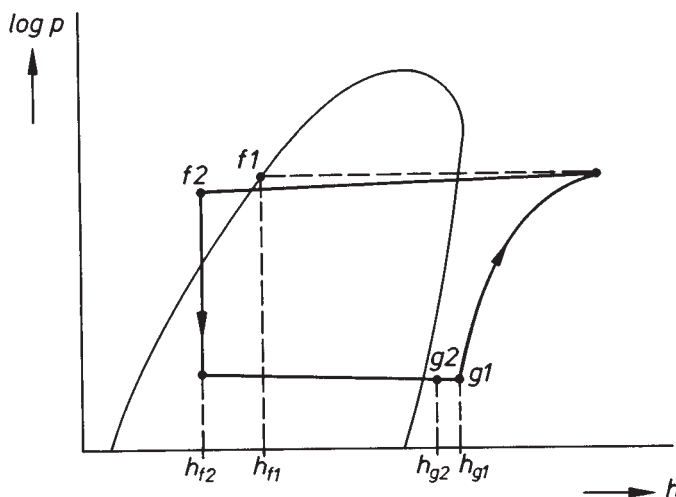


Bild 2. Verfahren B

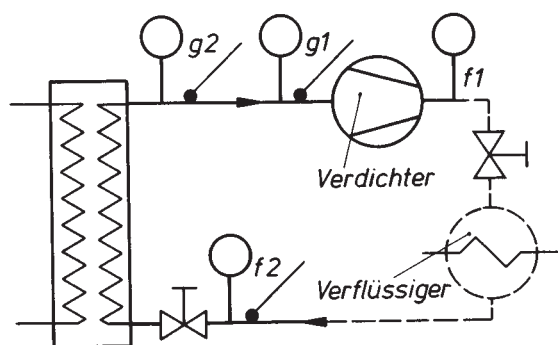
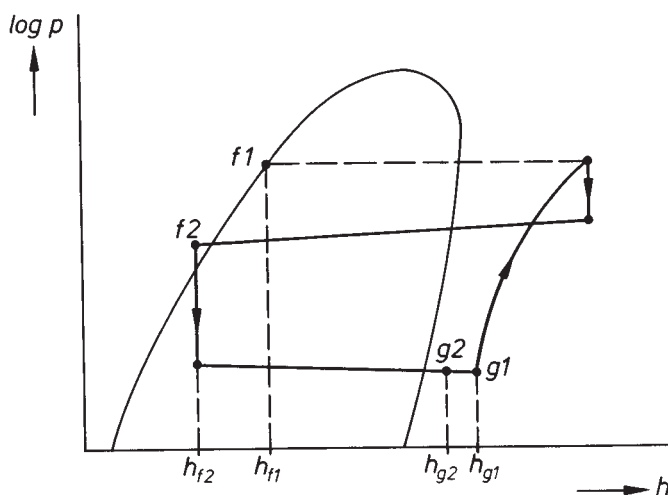


Bild 3. Verfahren C