



EUROPEAN COMMITTEE OF MANUFACTURERS OF COMPRESSORS, VACUUM PUMPS AND PNEUMATIC TOOLS  
COMITE EUROPEEN DES CONSTRUCTEURS DE COMPRESSEURS, POMPES A VIDE ET OUTILS A AIR COMPRIE  
EUROPÄISCHES KOMITEE DER HERSTELLER VON VERDICHTERN, VAKUUMPUMPEN UND DRUCKLUFTWERKZEUGEN

6612/1984

**ABNAHMESPEZIFIKATION UND LEISTUNGSVERSUCHE FÜR  
FLÜSSIGKEITSRINGVAKUUMPUMPEN**

**ACCEPTANCE SPECIFICATION AND PERFORMANCE TESTS  
FOR LIQUID RING VACUUM PUMPS**

**SPECIFICATION DE RECEPTION ET ESSAIS DE  
PERFORMANCES DES POMPES A ANNEAU LIQUIDE**

---

**Copyright © 1984 by Maschinenbau-Verlag, Lyonerstr. 18, 6000 Frankfurt/M. 71**

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

**Order N<sup>o</sup>.: 661200**

## V O R W O R T

Das PNEUROP, der Zusammenschluß der Hersteller von Kompressoren, Vakuumpumpen und Druckluftwerkzeugen aus 11 europäischen Ländern - Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Liechtenstein, den Niederlanden, Österreich, Schweden und der Schweiz - hat seinen Ausschuß Nr. 5, der sich mit Vakuumtechnik beschäftigt, beauftragt, Empfehlungen für Abnahmeregeln und Leistungsversuche für Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen auszuarbeiten.

Der zuständige Arbeitskreis unter britischem und deutschen Vorsitz und mit britischem Sekretariat: British Compressed Air Society, 8 Leicester Street, London WC2 H7BN, legt diese Veröffentlichung vor und dankt allen Delegierten und Wirtschaftsverbänden für ihre aktive Teilnahme und Mitarbeit.

London, 1984

## F O R E W O R D

PNEUROP, the association of manufacturers of compressors, vacuum pumps and pneumatic tools, from 11 European countries, Austria, Belgium, Finland, France, Germany, Great Britain, Italy, Liechtenstein, the Netherlands, Sweden and Switzerland, commissioned its committee No. 5 dealing with vacuum techniques to prepare recommendations for acceptance specifications and performance tests covering liquid ring vacuum pumps.

The relevant working group under British and German chairmanship and its secretariat: British Compressed Air Society, 8 Leicester Street, London WC2 H7BN, present this publication and thank all delegates and trade associations for their active participation and co-operation.

London, 1984

## P R E F A C E

PNEUROP, association des constructeurs de compresseurs, pompes à vide et outils pneumatiques, formée par onze pays européens: Allemagne, Autriche, Belgique, France, Grande-Bretagne, Italie, Liechtenstein, les Pays Bas, Suède et Suisse, a chargé son comité No. 5, s'occupant des techniques du vide, de préparer des recommandations pour les conditions de réception et essais de performances des pompes à vide à anneau liquide.

Le groupe de travail correspondant, sous direction anglaise et allemande et avec son secrétariat, assuré par: British Compressed Air Society, 8 Leicester Street, London WC2 H7BN, présente cette publication et remercie les délégués et leurs associations professionnelles pour leur participation et leur active collaboration.

Londres, 1984

INHALTSVERZEICHNIS

INDEX

SOMMAIRE

			Seite Page
1	Einleitung	Introduction	3
2	Geltungsbereich	Scope	3
3	Abnahmeversuch für Vakuumpumpen	Acceptance Test on Vacuum Pumps	3
4	Definitionen	Definitions	4
5	Versuchseinrichtung und Verfahren	Test Equipment and Procedures	7
6	Vorbereitung der Vakuumpumpe und der Versuchseinrichtung	Preparation of the Vacuum Pump and the Test Equipment	9
7	Versuchsdurchführung	Performance of the Test	10
8	Umrechnung der Versuchsergebnisse	Correction of the Test Results	10
9	Versuchsbericht und Vergleich mit den Garantiewerten	Test Report and Comparison with the Referenced Values	17
10	Besondere Versuche, wie sie zwischen dem Lieferer und Besteller der Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe vereinbart werden können	Special Tests which may be arranged between Supplier and User of the Liquid Ring Vacuum Pump	19
Anhang "A"		Appendix "A"	20
1	Abnahmeversuch für Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen	Acceptance Test on Liquid Ring Vacuum Pumps	20
2	Tabelle 1 - Garantiebedingungen für den Abnahmeversuch	Table 1 - Referenced Contract Conditions which must be Covered by the Acceptance Test	20
3	Tabelle 2 - Garantiewerte	Table 2 - Guaranteed Values	21
4	Abnahmeversuchsanordnung	Acceptance Test Configuration	21
5	Mindestanzahl der Messdaten während des Abnahmeversuchs	Minimum Test Data to be Recorded During the Acceptance Test	24

## 1 EINLEITUNG

Diese Empfehlung soll sicherstellen, daß die Messungen bei der Aufnahme der Leistungscharakteristik von Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen so weit wie möglich nach einem einheitlichen Verfahren und unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden. Man erhofft sich, daß dadurch die von unterschiedlichen Herstellern oder in verschiedenen Laboratorien durchgeführten Messungen und die in der Literatur der Hersteller angegebenen Leistungsdaten auf einer vergleichbaren Basis beruhen und damit sowohl dem Anwender wie dem Hersteller dienen.

## 2 GELTUNGSBEREICH

2.1 In diesen Empfehlungen werden Verfahren über Abnahmeversuche und technische Bedingungen für Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen festgelegt. Der absolute Ansaugdruck für diese Vakuumpumpen soll mehr als 1 mbar betragen.

2.2 Diese Empfehlung enthält spezifische Angaben über die Messung des Volumenstromes bezogen auf den Ansaugzustand und des Leistungsbedarfs sowie Hinweise zur Umrechnung der Meßwerte auf Garantiebedingungen.

## 3 ABNAHMEVERSUCH FÜR VAKUUMPUMPEN

### 3.1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

#### 3.1.1 ABNAHMEVERSUCH

Der Ansaugvolumenstrom und die aufgenommene Leistung werden über den gesamten Vakuumpumpenbereich bei atmosphärischem Austrittsdruck gemessen und können auf Standard-Leistungskurvenbedingungen umgerechnet werden.

3.1.2 Der Abnahmeversuch wird durchgeführt mit freier Luft als Ansaugmedium und mit Wasser als Betriebsflüssigkeit.

## 1 INTRODUCTION

The purpose of this recommendation is to ensure that measurements of the performance characteristics of liquid ring vacuum pumps are, as far as possible carried out by uniform procedures and under uniform conditions. It is hoped that, as a result, measurements conducted by different manufacturers or in different laboratories, and statements of performance quoted in manufacturers' literature, will be on a properly comparable basis to the benefit of both user and manufacturer.

## 2 SCOPE

2.1 This recommendation lays down acceptance test methods and technical conditions for liquid ring vacuum pumps. The absolute inlet pressure of these vacuum pumps will be higher than 1 mbar.

2.2 This recommendation contains specifics on the measurement of volume rate of flow relative to inlet conditions and required power, also contains hints on correcting these measurements to guarantee conditions.

## 3 ACCEPTANCE TEST ON VACUUM PUMPS

### 3.1 GENERAL DESCRIPTION

#### 3.1.1 ACCEPTANCE TEST

The inlet volume rate of flow and absorbed power are measured over the entire vacuum pump range at atmospheric discharge pressure and can be corrected to standard performance curve conditions.

3.1.2 The acceptance test will be conducted with free air as the gas medium, and with water as the working liquid.

## 1 INTRODUCTION

La présente recommandation a pour objet de faire en sorte que les mesures des caractéristiques de fonctionnement des pompes à vide à anneau liquide puissent être dans toute la mesure du possible effectuées suivant des procédures uniformes et dans des conditions identiques. Nous pensons qu'ainsi les mesures de ce genre effectuées par des constructeurs différents ou dans des laboratoires différents, et les caractéristiques de fonctionnement énoncées dans la documentation des constructeurs, pourront valablement être comparées entre elles, dans l'intérêt donc des utilisateurs aussi bien que des constructeurs.

## 2 OBJET

2.1 La présente recommandation définit des méthodes d'essai de réception et des conditions techniques pour les pompes à vide à anneau liquide. La pression d'entrée absolue de ces pompes à vide sera supérieure à 1 mbar.

2.2 Cette recommandation contient des indications particulières pour la mesure du débit volumétrique en fonction des conditions d'aspiration et pour la mesure de la puissance absorbée et comporte également des instructions sur la façon de procéder pour corriger ces mesures pour obtenir les conditions garanties.

## 3 ESSAIS DE RECEPTION SUR POMPES A VIDE

### 3.1 DESCRIPTION GENERALE

#### 3.1.1 ESSAI DE RECEPTION

Le débit volumétrique aspiré et la puissance absorbée sont mesurés sur la totalité de la courbe de fonctionnement des pompes à vide, à la pression de refoulement atmosphérique, et peuvent être corrigés pour être ramenés aux conditions des courbes caractéristiques standards.

3.1.2 L'essai de réception sera effectué en utilisant de l'air atmosphérique comme fluide gazeux et de l'eau comme liquide de l'anneau.

3.1.3 Der Ansaugvolumenstrom und die aufgenommene Leistung werden innerhalb der in Tabelle 2 von Anhang "A" genannten Grenzen garantiert.

3.1.4 Der Versuchsaufbau soll einer der Standardversuchsanordnungen, die in Anhang A dargestellt sind, entsprechen.

3.1.5 Die Versuchsdaten sind gemäß den Forderungen von Anhang A, Abschnitt 5, aufzuzeichnen.

3.1.6 Falls die vertraglich festgelegten Betriebsbedingungen nicht genau eingehalten werden, können die Versuchsergebnisse umgerechnet werden, und zwar nach Abschnitt 8.2 für den Ansaugvolumenstrom und nach Abschnitt 8.3 für die aufgenommene Leistung, um den vertraglich spezifizierten Betriebsbedingungen zu entsprechen. Diese Umrechnungen können nur durchgeführt werden, wenn die in Abschnitt 8.1.5 festgelegten Bedingungen eingehalten sind.

3.1.3 The inlet volume rate of flow and absorbed power will be guaranteed within the limits set forth in Table 2 of Appendix "A".

3.1.4 The test set-up shall be as detailed in the standard test configuration of Appendix A.

3.1.5 Test data to be recorded as required by paragraph 5 of Appendix A.

3.1.6 The test results can be corrected, if contracted operating conditions are not exactly met, as outlined in paragraph 8.2 for inlet volume rate of flow and paragraph 8.3 for absorbed power to meet specific contract operating conditions. This correction can be made only if the conditions set out in 8.1.5 are fulfilled.

3.1.3 Le débit volumétrique d'entrée et la puissance absorbée seront garantis dans les limites énoncées au tableau 2 de l'annexe A.

3.1.4 Le montage d'essai utilisé devra être conforme à la description qui en est donnée dans la configuration standard de l'essai figurant à l'annexe A.

3.1.5 Les résultats de l'essai devront être enregistrés en accord avec les exigences du paragraphe 5 de l'annexe A.

3.1.6 Les résultats des essais peuvent être corrigés si les conditions de fonctionnement pour lesquelles le marché a été passé ne sont pas exactement réalisées, dans les conditions stipulées au paragraphe 8.2 pour le débit volumétrique d'entrée et au paragraphe 8.3 en ce qui concerne la puissance absorbée, de manière à satisfaire aux conditions de service particulières du marché. Cette correction ne pourra par contre être effectuée que dans la mesure où les conditions énoncées au paragraphe 8.1.5 sont satisfaites.

#### DEFINITIONEN

##### 3.1 ANSAUGVOLUMENSTROM

Der Ansaugvolumenstrom

3.1.1 ist der Volumenstrom der Vakuumpumpe in Kubikmeter pro Zeiteinheit, gemessen vor der Vakuumpumpe bei einem bestimmten Eintrittsdruck. Der Ansaugvolumenstrom muß auch in Bezug auf die Eintrittstemperatur des Gases, den barometrischen Druck und die Betriebsflüssigkeitstemperatur angegeben werden.

##### 3.2 Leistungskurve

Die Leistungskurve

3.2.1 wird vom Hersteller der Vakuumpumpen herausgegeben, um für eine bestimmte Type oder ein bestimmtes Modell einer Vakuumpumpe den Volumenstrom und den Leistungsbedarf für den ganzen Bereich von Eintrittsrücken anzugeben. Die Leistungskurve gibt normalerweise den Ansaugvolumenstrom und die Leistung auf der Basis des Förderer, freier Luft und Wasser als Betriebsflüssigkeit an. Freie Luft bei dem barometrischen Standard-

#### 4 DEFINITIONS

##### 4.1 INLET VOLUME

The inlet volume

4.1.1 is the vacuum pump volume rate of flow in cubic meters per unit time measured ahead of the vacuum pump at a specific inlet pressure level. The inlet volume rate of flow must also be specified in respect to inlet gas temperature, barometric pressure, and working liquid temperature.

##### 4.2 PERFORMANCE CURVE

The performance curve

4.2.1 is published by manufacturers of vacuum pumps to indicate the volume rate of flow and absorbed power of a specific vacuum pump type or model for the entire range of inlet pressure levels. The performance curve normally stipulates inlet volume rate of flow and power based on handling free air and working liquid being water. Free air at standard barometric pressure of 1013 mbar, temperature at 15°C or 20°C, and the rela-

#### 4 DEFINITIONS

##### 4.1 VOLUME D'ENTREE

Le volume d'entrée

4.1.1 c'est le débit volumétrique de la pompe à vide, exprimé en mètres cubes par unité de temps, mesuré en amont de la pompe à vide à un niveau de pression d'entrée bien déterminé. Le débit volumétrique aspiré doit également être défini en précisant la température d'entrée du gaz, la pression barométrique, la température du liquide de l'anneau.

##### 4.2 COURBE DE CARACTÉRISTIQUES

La courbe de caractéristiques

4.2.1 publiée par les constructeurs de pompes à vide pour indiquer le débit volumétrique et la puissance absorbée d'un type ou d'un modèle de pompe à vide bien déterminé, sur la totalité des niveaux de pression d'entrée. La courbe de caractéristiques indique normalement le débit volumétrique d'entrée et la puissance, le système travaillant sur de l'air atmosphérique et utilisant de l'eau comme liquide de l'anneau. L'air atmosphérique

druck von 1013 mbar, einer Temperatur von 15°C oder 20°C und einer relativen Feuchte von 50 %. Die Betriebsflüssigkeits(Wasser)temperatur bei 15°C, Betriebsflüssigkeitsvolumenstrom in Liter pro Zeiteinheit. Der Volumenstrom und die aufgenommene Leistung können bei einer oder mehreren Drehzahlen dargestellt werden. Der Leistungsbedarf wird normalerweise in Kilowatt angegeben.

Die Herstellertoleranzen für den Ansaugvolumenstrom und den Leistungsbedarf müssen auf der Leistungskurve deutlich angegeben werden.

#### 4.3 LUFTQUALITÄT

##### 4.3.1 FREIE LUFT

Luft bei Umgebungsbedingungen am Prüf-ort. Die Luft gilt als trocken, wenn sie in der Vakuumpumpe expandiert.

##### 4.3.2 GESÄTTIGTE LUFT

Als gesättigte Luft gilt Luft, welche mit Wasserdampf gesättigt ist und gesättigt bleibt, wenn sie in der Vakuumpumpe expandiert. Das Gemisch besteht aus Luft plus der größten Menge Wasserdampf, welche zur Sättigung der Luft erforderlich ist. Der Wasserdampfanteil kann mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\dot{m}_V = \dot{m}_G \frac{M_V \cdot P_V}{M_G \cdot P_G}$$

wobei

$\dot{m}_V$  = Dampfanteil in einem gesättigten Gasgemisch, dargestellt als Massenstrom

$\dot{m}_G$  = Trockengasanteil in einem gesättigten Gasgemisch, dargestellt als Massenstrom

$M_V$  = Molekulargewicht des Dampfes (beträgt 18 für Wasserdampf)

$M_G$  = Molekulargewicht des Gases (beträgt 29 für Luft)

$P_G$  = Partialdruck für Gas

$P_V$  = Partialdruck für Dampf

tive humidity at 50 %. The working liquid (water) temperature at 15°C, working water quantity in liters per unit time. The volume rate of flow and absorbed power may be illustrated at one or more rotational speeds. The absorbed power is normally shown in Kilowatts.

The manufacturer's tolerance for inlet volume rate of flow and required power must be clearly indicated on the performance curve.

#### 4.3 QUALITY OF AIR

##### 4.3.1 FREE AIR

Air under ambient conditions at the test location. The air is considered dry when expanded by the vacuum pump.

##### 4.3.2 SATURATED AIR

Where air is saturated with water vapor and remains saturated when expanded by the vacuum pump. The mixture consists of air plus the maximum amount of water vapor required to saturate the air. The portion of water vapor can be calculated from the following formula:

$$\dot{m}_V = \dot{m}_G \frac{M_V \cdot P_V}{M_G \cdot P_G}$$

$\dot{m}_V$  = portion of vapor in a saturated gas mixture, expressed in mass flow

$\dot{m}_G$  = portion of dry gas in a saturated gas mixture, expressed in mass flow

$M_V$  = molecular weight of vapor (equals 18 for water vapor)

$M_G$  = molecular weight of gas (equals 29 for air)

$P_G$  = partial pressure of gas

$P_V$  = partial pressure of vapor

est à la pression barométrique standard de 1013 mbar, à une température de 15°C ou 20°C, pour une humidité relative de 50 %. Le liquide de l'anneau (eau) est à une température de 15°C, sa quantité étant exprimée en litres dans l'unité de temps. Le débit volumétrique et la puissance absorbée peuvent être exprimés pour une vitesse de rotation ou plusieurs. La puissance absorbée s'exprime normalement en kilowatts.

La tolérance sur les valeurs du débit aspiré et de la puissance absorbée appliquée par le constructeur doit être clairement indiquée sur la courbe de caractéristiques.

#### 4.3 QUALITE DE L'AIR

##### 4.3.1 AIR ATMOSPHERIQUE

Il s'agit de l'air dans les conditions ambiantes du lieu de déroulement des essais. Cet air est considéré comme sec lorsqu'il est aspiré par la pompe à vide.

##### 4.3.2 AIR SATURE

Dans le cas où l'air est saturé de vapeur d'eau, et reste saturé lorsqu'il est aspiré par la pompe à vide, le mélange se compose alors d'air plus la quantité maximale de vapeur d'eau requise pour saturer l'air. La fraction vapeur d'eau peut être calculée à l'aide de la formule suivante:

$$\dot{m}_V = \dot{m}_G \frac{M_V \cdot P_V}{M_G \cdot P_G}$$

$\dot{m}_V$  = Fraction de vapeur dans un mélange gazeux saturé, exprimée en débit massique

$\dot{m}_G$  = Fraction de gaz sec dans un mélange gazeux saturé, exprimée en débit massique

$M_V$  = Masse moléculaire de la vapeur (est de 18 pour la vapeur d'eau)

$M_G$  = Masse moléculaire du gaz (qui est de 29 pour l'air)

$P_G$  = Pression partielle de gaz

$P_V$  = Tension partielle de vapeur

Wird ein gesättigtes Luftgemisch durch eine Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe gefördert, so wird der Dampfanteil ( $\dot{m}_V$ ) des Gesamtgemisches mehr oder weniger kondensiert.

Der Kondensationsgrad hängt dabei in erster Linie von der Temperatur des gesättigten Luftgemisches, der Temperatur der Betriebsflüssigkeit und dem Eintrittsdruck vor der Vakuumpumpe ab. Weitere Einflüsse haben andere Faktoren wie etwa die konstruktive Ausführung der Vakuumpumpe, wobei diese von Hersteller zu Hersteller variieren können.

Durch diesen Kondensationseffekt wird das von der Vakuumpumpe zu fördernde, gesättigte Gemischvolumen geringer. Der Ansaugvolumenstrom der Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe vergrößert sich somit.

Zur Umrechnung eines trockenen Ansaugluftvolumenstromes in einen gesättigten Ansaugluftvolumenstrom, wird bei der Förderung eines gesättigten Luftgemisches ein Kondensationsfaktor verwendet. Dieser Kondensationsfaktor wurde von dem jeweiligen Hersteller im Versuch an seinem Produkt ermittelt.

When a saturated air mixture is handled by a liquid ring vacuum pump, the water vapor portion ( $\dot{m}_V$ ) of the total mixture will condense to some degree.

The degree of condensation is dependent primarily on the saturated air mixture temperature, working liquid temperature, and inlet pressure ahead of the vacuum pump. Other factors also have an effect such as the design of the vacuum pump and therefore can vary among manufacturers.

Through this condensation the saturated mixture volume which the vacuum pump must handle is reduced. Therefore, the inlet volume rate of flow of the liquid ring vacuum pump increases.

When handling a saturated air mixture, a condensing factor is used to convert from dry air inlet volume rate of flow to saturated air inlet volume rate of flow. This condensing factor has been developed through various testing conducted by the manufacturer for his product.

Lorsqu'un mélange d'air saturé est aspiré par une pompe à vide à anneau liquide, la fraction vapeur d'eau ( $\dot{m}_V$ ) présente dans le mélange global va se condenser dans une certaine proportion.

Le degré de condensation de celle-ci est principalement fonction de la température du mélange d'air saturé, de la température du liquide de l'anneau et de la pression d'entrée en amont de la pompe à vide. D'autres facteurs également exercent une incidence en l'occurrence, la configuration de la pompe à vide, et ce genre de facteur pourra donc différer d'un constructeur à un autre.

Du fait de cette condensation, le volume de mélange saturé que la pompe va avoir à traiter se trouve diminué. En conséquence, le débit volumétrique d'entrée de la pompe à vide à anneau liquide augmente.

En présence d'un mélange d'air saturé, on utilise un facteur de condensation pour convertir les valeurs de débit volumique d'entrée en air sec en valeurs de débit volumique d'entrée en air saturé. Ce facteur correcteur de condensation a été mis au point suite à différents essais effectués par le constructeur pour son produit particulier.

#### 4.4 ISOTHERMER LEISTUNGSBEDARF

4.4.1 Die theoretisch erforderliche Leistung, um ein Gas bei konstanter Temperatur in einer Vakuumpumpe von einem bestimmten Eintrittsdruck auf einen bestimmten Austrittsdruck zu verdichten.

#### 4.5. LEISTUNGS-AUFNAHME

4.5.1 Die erforderliche Leistung an der Antriebswelle der Vakuumpumpe.

#### 4.6. SPEZIFISCHE LEISTUNG

4.6.1 Das Verhältnis von aufgenommener Leistung zum Ansaugvolumenstrom.

#### 4.4 ISOTHERMAL POWER REQUIRED

4.4.1 The theoretical power required to compress a gas at constant temperature in a vacuum pump from a given inlet pressure to a given discharge pressure.

#### 4.5. ABSORBED POWER

4.5.1 The power required at the drive shaft of the vacuum pump.

#### 4.6. SPECIFIC POWER

4.6.1 The ratio of absorbed power to inlet volume rate of flow.

#### 4.4 PUISSANCE ISOTHERME REQUISE

4.4.1 La puissance théorique requise pour comprimer un gaz à une température constante dans une pompe à vide, à partir d'une pression d'entrée donnée, et pour obtenir une pression de refoulement donnée.

#### 4.5 PUISSANCE ABSORBÉE

4.5.1 C'est la puissance requise sur l'arbre de la pompe à vide.

#### 4.6 PUISSANCE SPECIFIQUE

4.6.1 C'est le rapport de la puissance absorbée au débit volumique d'entrée.



#### 4.7 ISOTHERMER WIRKUNGSGRAD

4.7.1 Das Verhältnis von isothermer Leistung zur tatsächlich aufgenommenen Leistung.

#### 5 VERSUCHSEINRICHTUNG UND VERFAHREN

Die in diesem Abschnitt genannten Einrichtungen und Verfahren sind Empfehlungen und sollen den Einsatz anderer Geräte mit gleicher Genauigkeit nicht ausschließen.

#### 5.1. MESSUNG DER TEMPERATUR

5.1.1 Die Temperatur ist mit kalibrierten Geräten zu messen, wie z.B. mit Thermometern, thermoelektrischen Meßgeräten, Widerstandsthermometern oder Thermistoren, die an der Meßstelle direkt oder in Thermometertaschen eingesetzt werden.

5.1.2 Die Eintrittstemperatur des Gases und die Eintrittstemperatur der Betriebsflüssigkeit müssen mit einer Toleranz von  $\pm 0,5$  K ermittelt werden.

#### 5.2 MESSUNG DES DRUCKS

##### 5.2.1 ALLGEMEINES

Die Druckmeßstellen an Röhren oder Behältern sind senkrecht und mit der inneren Wandung bündig abschließend anzuordnen (Unebenheiten oder Grate sind zu vermeiden).

Um die Kapillarwirkung in den Meßleitungen auf ein Mindestmaß zu beschränken, sollen für die Anschlußleitungen die lichten Weiten mit 6 mm für Druckmeßgeräte nicht unterschritten werden. Die Anschlußleitungen sind so zu verlegen, daß Schleifen, in denen Kondensat auftreten kann, vermieden werden.

#### 4.7 ISOTHERMAL EFFICIENCY

4.7.1 The ratio of isothermal power to the actual absorbed power.

#### 5 TEST EQUIPMENT AND PROCEDURES

The equipment and procedures which are listed in this section are recommendations and should not exclude the use of other equipment with the same accuracy.

#### 5.1 TEMPERATURE MEASUREMENT

5.1.1 The temperature is to be measured with calibrated devices such as thermometers, thermoelectric measuring devices, resistance thermometers or thermistors which are used directly at the measuring point or in thermometer wells.

5.1.2 The inlet temperature of the gas and the inlet temperature of the working liquid must be determined within error limits of  $\pm 0,5$  K.

#### 5.2 PRESSURE MEASUREMENT

##### 5.2.1 GENERAL

Pressure measuring points at pipes or tanks are to be arranged perpendicular to and flush with the internal wall (uneven areas or burrs are to be avoided).

In order to keep capillary action in the test lines as small as possible, connecting lines for pressure gauges should have an internal diameter of not less than 6 mm. The connecting lines are to be routed such that loops in which water vapor can condense are avoided.

#### 4.7. RENDEMENT ISOTHERME

4.7.1 C'est le rapport de la puissance isotherme à la puissance absorbée réelle.

#### 5 APPAREILLAGE ET PROCEDURE D'ESSAI

Les appareillages et les modes opératoires qui sont indiqués dans ce chapitre sont en fait des préconisations, et ne doivent pas exclure la possibilité de faire appel à d'autres appareillages se caractérisant par une précision similaire.

#### 5.1. MESURE DE LA TEMPERATURE

5.1.1 La température doit être mesurée au moyen de dispositifs étalonnés, tels que des thermomètres, des appareillages de mesure thermo-électriques, des thermomètres à résistance ou des thermistances, qui sont placés directement au niveau des points de mesure ou dans des gaines ou logements pour thermomètres.

5.1.2 La température d'entrée du gaz et la température d'entrée du liquide de l'anneau doivent être déterminées avec une précision de l'ordre de  $\pm 0,5$  K.

#### 5.2 MESURE DE LA PRESSION

##### 5.2.1 GENERALITES

Les prises de pression sur les conduites ou les réservoirs doivent être prévues perpendiculaires à et de niveau avec la paroi intérieure de l'élément concerné (il convient d'éviter les manques de planéité ou les bavures). Pour réduire au maximum l'effet de capillarité dans les conduites d'essai, les conduites de raccordement des manomètres doivent avoir un diamètre intérieur qui ne soit pas inférieur à 6 mm. Le cheminement des conduites de raccordement doit être étudié dans des conditions telles que le circuit ne comporte aucune boucle au niveau de laquelle des phénomènes de condensation de vapeur d'eau pourraient se produire.

### 5.2.2 DRÜCKE VON 1 mbar BIS 1000 mbar ABSOLUT

In diesem Bereich sind die Drücke mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  des abgelesenen Wertes zu messen.

Werden die Drücke als Basisdaten für die Umrechnung des gemessenen Volumenstromes auf den Ansaugvolumenstrom verwendet, dann muß die Meßgenauigkeit  $\pm 1,5$  mbar betragen (siehe Anhang A).

Es sind Meßgeräte bzw. Meßeinrichtungen zu verwenden, welche den absoluten Druck messen.

Die vorgenannten Bedingungen gelten auch für die Messungen des Barometerstandes.

### 5.2.3 DRÜCKE $\geq 1000$ mbar

Diese Drücke sind mit kalibrierten Meßgeräten oder Meßeinrichtungen zu messen, welche eine Genauigkeit von  $\pm 5\%$  des angezeigten Meßwertes erreichen.

### 5.3 ERMITTLUNG DES ANSAUGVOLUMENSTROMES

Der Ansaugvolumenstrom ist, wenn möglich, unter Ansaugbedingungen zu messen, z.B. mit Wälzkolbenzählern, Turbinen-Meßeinrichtungen oder mit den vorschriftsmäßigen Meßblenden- oder Düsenmeßverfahren des Herstellers.

Die Meßanordnung für trockene Luft ist in Anhang A gezeigt. Wird zur Messung des Ansaugvolumenstromes eine Turbinenmeßeinrichtung verwendet, sind die Meßreihen mit fallendem Ansaugdruck auszuführen.

### 5.4 ERMITTLUNG DES LEISTUNGSBEDARFS

Der Leistungsbedarf kann mit Pendelmotoren, Torsions-Dynamometern oder Torsionsrohren ermittelt werden. Falls diese Meßeinrichtungen nicht

### 5.2.2 PRESSURES FROM 1 mbar TO 1000 mbar ABSOLUTE

In this range the pressures are to be measured to an accuracy of  $\pm 5\%$  of the recorded value.

If the pressures are used as a basis for the correction of measured volume flow rate to inlet volume flow rate, the measurement accuracy shall be  $\pm 1,5$  mbar (see Appendix A).

Measuring devices or test equipment indicating the absolute pressure are to be used.

The above-mentioned conditions also apply to the measurement of barometric pressure.

### 5.2.3 PRESSURES $\geq 1000$ mbar

These pressures are to be measured by means of calibrated measuring devices or test equipment having an accuracy of  $\pm 5\%$  of the indicated value.

### 5.3 DETERMINATION OF THE INLET VOLUME FLOW RATE

If possible, the inlet volume flow rate is to be measured under inlet conditions, for example using a rotary piston flow meter or turbine testing equipment or manufacturers qualified orifice or nozzle method.

The measuring configuration for dry air is shown in Appendix A. If turbine testing equipment is employed for measuring the inlet volume flow rate, the measurement series is to be performed with decreasing inlet pressure.

### 5.4 DETERMINATION OF THE POWER REQUIREMENT

The power requirement may be determined using swivel bearing motors or torsion dynamometers or torque tubes. If such measuring equipment is not

### 5.2.2 PRESSIONS SE SITUANT ENTRE 1 mbar ET 1000 mbar ABSOLUS

Dans cette fourchette, les pressions doivent être mesurées avec une précision de l'ordre de  $\pm 5\%$  de la valeur relevée.

Si les valeurs de pression sont utilisées comme base pour la correction du débit volumétrique mesuré par rapport au débit volumétrique d'entrée, la précision de mesure sera alors de l'ordre de  $\pm 1,5$  mbar (voir annexe A):

Il conviendra d'utiliser des instruments de mesure ou un appareillage d'essai affichant la pression absolue.

Les conditions énoncées dans ce qui précède s'appliquent également à la mesure de la pression barométrique.

### 5.2.3 PRESSIONS SUPERIEURES A 1000 mbar

Ces pressions doivent être mesurées au moyen d'appareillages de mesure étalonnées ou d'un montage d'essai se caractérisant par une précision de  $\pm 5\%$  de la valeur affichée.

### 5.3 DETERMINATION DU DEBIT VOLUMETRIQUE D'ENTREE

Le débit volumétrique d'entrée doit être mesuré si possible dans les conditions telles qu'elles se présentent à l'entrée, par exemple à l'aide d'un débitmètre à piston rotatif ou d'un appareillage d'essai à turbine, ou encore à la méthode par tuyère ou diaphragme agréée par les constructeurs.

Nous avons illustré à l'annexe A le montage de mesure pour de l'air sec. Si on utilise un appareillage d'essai à turbine pour la mesure du débit volumétrique d'entrée, la série de mesures doit être effectuée en faisant progressivement décroître la pression d'entrée.

### 5.4 DETERMINATION DE LA PUISSANCE REQUISE

On peut déterminer la puissance requise en utilisant des couplemètres ou des torsiomètres. Si on ne dispose pas d'un tel appareillage, on peut alors

zur Verfügung stehen, können auch Drehstrommotoren mit bekannten Kennlinien für Leistungsfaktor und Wirkungsgrad bei Messung der aufgenommenen Wirkleistung nach der Zweiwattmeter-Methode eingesetzt werden. Andere Wirkleistungsmeßverfahren mit gleicher Meßgenauigkeit sind zugelassen.

Liegen keine anderen zuverlässigen Werte vor, so können für nicht direkt angetriebene Vakuumpumpen die folgenden Wirkungsgradwerte zugrundegelegt werden:

Präzisions-Zahnradgetriebe  
98 % je Stufe

Flachriementriebe  
97 % je Stufe

Keilriementriebe  
95 % je Stufe

#### 5.5 MESSUNG DER DREHZAHL

Die Drehzahl kann mit elektronischen Frequenzzählern, Lichtblitzstroboskopen oder Stichtrehzahlmessern gemessen werden. Bei Verwendung von Synchronmotoren kann die Netzfrequenz als Basiswert für die Drehzahl verwendet werden. Bei Asynchronmotoren kann ebenfalls die Netzfrequenz verwendet werden unter der Voraussetzung, daß der Schlupf im Bereich des Lastfalles bekannt ist.

#### 5.6 BETRIEBSFLÜSSIGKEITS-VOLUMENSTROM

Der Betriebsflüssigkeits-Volumenstrom kann mit Durchflußmessern, mit Blenden oder Düsen gemessen werden.

#### 6 VORBEREITUNG DER VAKUUMPUMPE UND DER VERSUCHSEINRICHTUNG

6.1 Vor Beginn des Abnahmeversuchs ist die Vakuumpumpe zu untersuchen, ob sie sich in einem für die Durchführung des Abnahmeversuchs geeigneten Zustand befindet. Alle äußeren Undichtigkeiten sind zu beseitigen.

available, three-phase motors with known power requirement characteristics can be used to measure the terminal power by means of the 2 wattmeter method. Other methods for measuring effective power having the same accuracy are permissible.

If no other reliable values are known, the following efficiencies may be used as a basis for indirectly driven vacuum pumps:

Precision-toothed-gear drives  
98 % per stage

Flat-belt drive  
97 % per stage

V-belt drives  
95 % per stage

#### 5.5 MEASUREMENT OF SPEED

The speed can be measured by means of electronic frequency meters, stroboscope or shaft counters. If synchronous motors are employed, the line frequency can be used as the basis for the speed. In the case of an induction motor, the line frequency can also be used, but only if the slippage is known for the load in question.

#### 5.6 WORKING LIQUID VOLUME FLOW RATE

The working liquid volume flow rate can be measured with flow meters or using orifices or nozzles.

#### 6 PREPARATION OF THE VACUUM PUMP AND THE TEST EQUIPMENT

6.1 Before starting the acceptance test, the vacuum pump is to be examined as to whether it is in suitable condition for the performance of an acceptance test. All external leaks are to be eliminated.

utiliser des moteurs à courant triphasé dont on connaît la caractéristique de puissance pour mesurer la puissance aux bornes en faisant appel à la méthode dite des deux wattmètres. L'emploi d'autres méthodes de mesure de la puissance effective ayant la même précision est autorisé.

Si l'on ne connaît pas d'autres valeurs pouvant être considérées comme faibles, on peut alors utiliser les valeurs de rendement suivantes comme base pour les pompes à vide à entraînement indirect:

Transmission par engrenages de précision  
98 % par étage

Transmission par courroie plate  
97 % par étage

Transmission par courroie trapézoïdale  
95 % par étage

#### 5.5 MESURES DE LA VITESSE DE ROTATION

La vitesse de rotation peut être mesurée au moyen de fréquencesmètres électroniques, de compteurs stroboscopiques ou de compte tours. Si on utilise des moteurs synchrones, on peut utiliser la fréquence du secteur comme base pour la vitesse. Si l'on utilise un moteur à induction, on peut également utiliser la fréquence du secteur, mais uniquement dans la mesure où l'on connaît le glissement pour la charge en question.

#### 5.6 DÉBIT VOLUMIQUE DU LIQUIDE FORMANT L'ANNEAU

On peut mesurer le débit volumique du liquide de l'anneau en utilisant des débitmètres, ou à l'aide de diaphragmes ou de tuyères.

#### 6 PRÉPARATION DE LA POMPE À VIDE ET DU MONTAGE D'ESSAI

6.1 Avant de commencer l'essai de réception il convient de bien examiner la pompe à vide pour s'assurer de ce qu'elle est dans l'état qui s'impose pour la réalisation d'un essai de réception. Toutes les fuites extérieures doivent être résorbées.

6.2 Die im Versuch verwendeten Meßeinrichtungen müssen regelmäßig kalibriert werden.

6.2 The test equipment used during testing must be calibrated periodically.

6.2 Le montage d'essai utilisé pour la réalisation des essais doit être étalonné périodiquement.

## 7 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

## 7 PERFORMANCE OF THE TEST

## 7 EXECUTION DE L'ESSAI

### 7.1 ALLGEMEINE REGELN ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERSUCHS

### 7.1 GENERAL RULES ON ACCEPTANCE OF PERFORMANCE TEST

### 7.1 REGLES GENERALES APPLICABLES A L'ACCEPTATION DE L'ESSAI DE FONCTIONNEMENT

Ein normaler Abnahmeversuch mit Einhaltung der Vertragsbedingungen wird mit freier Luft als Gas und Wasser als Betriebsflüssigkeit durchgeführt, wie dies in Abschnitt 3.1.2 beschrieben ist. Abweichungen hiervon werden als besondere Bedingungen angesehen, für welche zwischen den Vertragspartnern eine Übereinkunft erzielt werden muß, sofern ein besonderer Abnahmeversuch erforderlich ist.

A standard performance test to meet contract conditions will be conducted with the gas medium being free air and the working liquid being water as described in paragraph 3.1.2. Variations from this standard performance test will be considered special and agreements are to be made between the contracted parties when a special performance test is required.

Un essai de fonctionnement standard en conformité avec les conditions du marché sera effectué en utilisant de l'air atmosphérique comme fluide gazeux et de l'eau comme liquide de l'anneau, ainsi qu'il est décrit au paragraphe 3.1.2. Les écarts par rapport à cet essai de fonctionnement standard seront considérés comme constituant un cas particulier, et des accords devront être pris entre les parties contractantes lorsqu'un essai de fonctionnement spécial est requis.

### 7.2 AUSWERTUNG DER MESSWERTE

### 7.2 EVALUATION OF THE MEASUREMENTS

### 7.2 INTERPRETATION DES RESULTATS DES MESURES

7.2.1 Vor der Auswertung sind die aufgezeichneten Meßwerte auf Folgerichtigkeit der Betriebsbedingungen zu untersuchen, vor allem die Schwankungen der Meßwerte während des Versuches, so daß die festgelegten Grenzen eingehalten sind. Alle gültigen Meßwerte eines Versuches sollen aufeinander folgend sein.

7.2.1 Before the recorded measurements are evaluated, they are to be checked for conformity to the operation conditions and assure the fluctuations in the measured values did not exceed the stipulated limits during the test. All valid test measurements are to be taken consecutively.

7.2.1 Avant d'interpréter les résultats des mesures effectuées, on doit s'assurer de leur conformité aux conditions de fonctionnement, et bien s'assurer de ce que les fluctuations au niveau des valeurs relevées ne sont pas sorties des limites fixées au cours de l'essai. Toutes les mesures valables doivent être effectuées d'affilée.

## 8 UMRECHNUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

## 8 CORRECTION OF THE TEST RESULTS

## 8 CORRECTION DES RESULTATS DES ESSAIS

### 8.1 ALLGEMEINE BEMERKUNGEN

### 8.1 GENERAL REMARKS

### 8.1 CONSIDERATIONS GENERALES

8.1.1 Die Versuchsbedingungen stimmen nie genau mit den Bedingungen für den Ansaugvolumenstrom und den spezifischen Leistungsbedarf überein, die für die vertraglichen Bedingungen aufgrund des Angebots oder Bestellung angenommen wurden. Daher sind vor dem Vergleich der Versuchsergebnisse mit den Werten des Liefervertrags Umrechnungen vorzunehmen.

8.1.1 The test conditions are unlikely to be in exact agreement with the contractual conditions for inlet volume flow rate and specific power requirement, based on the tender or order. Thus, corrections are to be made before comparing the test results to the values of the delivery contract.

8.1.1 Il y a peu de chances pour que les conditions de l'essai soient très exactement conformes aux conditions de service prévues par le marché, en ce qui concerne le débit volumétrique d'entrée et les besoins particuliers en puissance, et tels qu'énoncés dans l'offre ou la commande. En conséquence, il est nécessaire de procéder à des corrections avant de comparer les résultats des essais avec les stipulations du marché de fourniture correspondant.

8.1.2 Der Versuchsleiter soll sich immer bemühen, die Abweichungen der Versuchsbedingungen von den vertraglich festgelegten Bedingungen so gering wie möglich zu halten, da jede Umrechnung die Unzuverlässigkeit des Endergebnisses erhöht. Wie in Abschnitt 7.1 bereits erwähnt, können Umrechnungen notwendig sein, um einen genauen Vergleich zwischen Versuchsergebnissen und den Werten des Liefervertrags zu ermöglichen.

8.1.3 Können die vertraglich festgelegten Betriebsbedingungen nicht eingehalten werden, so ist der Einfluß der Betriebsbedingungen auf die Leistung der untersuchten Vakuumpumpe durch eine Variation der Versuchsbedingungen zu bestimmen, so daß das Ergebnis jeder Umrechnung auf die vertraglich festgelegten Betriebsbedingungen durch Interpolation bestimmt werden kann.

Sollte dies Schwierigkeiten bereiten, so sind die in Abschnitt 8.2 und 8.3 genannten Umrechnungsverfahren zu verwenden. Sind jedoch diese Umrechnungen nach 8.2 und 8.3 nicht durchführbar, weil die in Abschnitt 8.1.5, Tabelle 1, angegebenen Grenzen überschritten worden sind, so kann das Ähnlichkeitsgesetz (Abschnitt 8.4.1) benützt werden.

8.1.4 Für den Fall, daß die Versuchsbedingungen von den Garantiebedingungen abweichen, sieht die vorliegende Norm eine Berichtigung des Ansaugvolumenstromes, des Leistungsbedarfs und/oder des spezifischen Leistungsbedarfs vor. Die in den Abschnitten 8.2 und 8.3 beschriebenen Umrechnungsverfahren gelten nur, sofern die Versuchsmessungen innerhalb der in Abschnitt 8.1.5 vorgegebenen Grenzen liegen. Der Ansaugvolumenstrom ist auf Abweichungen der Drehzahl, des Druckverhältnisses, der Feuchte und der Betriebsflüssigkeitstemperatur umzurechnen. Der spezifische Leistungsbedarf ist auf Abweichungen des Eintrittsdrucks, des Druckverhältnisses und der Drehzahl umzurechnen.

8.1.2 The test supervisor should always try to keep the deviations of the test conditions from those stipulated in the contract as small as possible, since every correction increases the unreliability of the final result. As already mentioned in Section 7.1; corrections may be necessary in order to make possible an exact comparison between test results and the values of the purchase order.

8.1.3 If the operating conditions stipulated in the contract cannot be met, the effect of these conditions on the performance of the vacuum pump being tested is to be determined by varying the test conditions. Thus, the effect of every correction on the operating conditions stipulated in the contract can be determined by interpolation.

If this presents difficulties, the correction methods contained in Section 8.2 and 8.3 are to be used. If correction in accordance with 8.2 and 8.3 cannot be carried out, because the limits laid down in 8.1.5, Table 1, have been exceeded, the Similarity Law (paragraph 8.4.1) can be used.

8.1.4 When the test conditions deviate from the referenced conditions, this standard provides for a correction of the inlet volume flow rate, the power requirement and /or of the specific power requirement. The correction methods described in Section 8.2. and 8.3 are only valid if test measurements are within the limits stipulated in Section 8.1.5. The inlet volume flow rate is to be corrected for deviations in speed, pressure ratio, humidity and working liquid temperature. The specific power requirement is to be corrected for deviations of inlet pressure, pressure ratio and speed.

8.1.2 Le responsable des essais doit toujours essayer de ramener à un minimum les écarts entre les conditions de l'essai et celles stipulées dans le marché, étant donné que toute correction rendra le résultat final davantage sujet à caution. Ainsi que nous l'avons déjà signalé au paragraphe 7.1, il peut s'avérer nécessaire d'effectuer des corrections de manière à pouvoir se trouver en mesure de faire une comparaison exacte entre les résultats obtenus lors des essais, et les valeurs demandées dans la commande.

8.1.3 Si les conditions de fonctionnement telles que stipulées dans le marché ne peuvent être recréées, il conviendra alors de déterminer l'incidence de ces conditions sur le comportement fonctionnel de la pompe à vide essayée en faisant varier les conditions de l'essai. Ainsi donc, l'incidence de toute correction au niveau des conditions de fonctionnement stipulées dans le marché peut être déterminée par interpolation.

Si ceci présente des difficultés, il faudra alors recourir aux méthodes de correction prévues aux paragraphes 8.2 et 8.3. S'il s'avère impossible de procéder aux corrections en accord avec les paragraphes 8.2 et 8.3 par suite d'un dépassement des limites énoncées au paragraphe 8.1.5, tableau 1, la procédure dite par similitude (paragraphe 8.4.1) peut alors être utilisée.

8.1.4 Lorsque les conditions s'écartent des conditions de référence, cette spécification prévoit une correction pour le débit volumique d'entrée, les besoins en puissance et, ou encore, la puissance spécifique requise. Les méthodes de correction décrites aux paragraphes 8.2 et 8.3 ne sont valables que si les mesures effectuées lors des essais se situent dans les limites stipulées au paragraphe 8.1.5. Le débit volumétrique d'entrée doit être corrigé pour compensation de différences de vitesse, de rapport de pression, d'humidité et de température du liquide de l'anneau. La puissance spécifique requise doit être corrigée pour tenir compte de différences au niveau de la pression d'entrée, du rapport de pression et de la vitesse.

8.1.5 Die in Abschnitt 8.2 und 8.3 beschriebenen Umrechnungsverfahren gelten nur, sofern die gemessenen Werte innerhalb der maximal zulässigen Abweichungen liegen, wie sie in Tabelle 1 aufgeführt sind.

8.1.5 Correction methods described in paragraph 8.2 and 8.3 are only valid if measurements are within the maximum permissible deviations as listed in Table 1.

8.1.5 Les méthodes de correction décrites aux paragraphes 8.2 et 8.3 sont valables uniquement si les mesures se situent dans la fourchette des écarts maxima admissibles tels que stipulés au tableau 1.

Tabelle 1. Während des Abnahmeversuchs maximal zulässige Abweichungen der Meßgrößen

Table 1. Maximum permissible deviations of the measured values during the acceptance test

Tableau 1. Ecarts maxima admissibles pour les valeurs relevées lors de l'essai de réception

Versuchs-Meßwerte Test Measurement Caractéristiques mesurées		max. zul. Abweichungen Max. Permissible Deviations Ecart maxima admissibles	
Eintrittsdruck Inlet pressure Pression d'aspiration	$P_1$	$\pm 5 \%$	3)
Austrittsdruck Discharge pressure Pression de refoulement	$P_2$	$\pm 5 \%$	
Druckverhältnis Pressure ratio Rapport de pression	$\theta = \frac{P_1}{P_2}$	1)	
Relative Feuchte Relative humidity Humidité relative	$\varphi$	2)	
Drehzahl Speed Vitesse	$N$	$\pm 3 \%$	
Betriebsflüssigkeits- volumenstrom Working liquid volume rate of flow Débit volumétrique du liquide formant l'anneau	$\dot{V}_L$	$\pm 10 \%$	
Betriebsflüssigkeits- temperatur Working liquid temperature Température du liquide de l'anneau	$t_L$	$\pm 5^\circ \text{C}$	

1) Wird das Druckverhältnis  $\theta$  als Basis für eine Umrechnung verwendet, so ist dieses möglichst genau einzuhalten.

If possible, the pressure ratio  $\theta$  is to be exactly conformed to if it is to be used as the basis for a correction.

Si possible, il faudra se conformer très exactement au rapport de pression  $\theta$ , si celui-ci est appelé à être utilisé comme valeur de base pour la correction.

2) Wird die Feuchte  $\varphi$  als Basis für eine Umrechnung verwendet, so ist diese möglichst genau einzuhalten.

If possible, the humidity  $\varphi$  is to be exactly conformed to if it is to be used as a basis for correction.

Dans la mesure du possible, la préconisation d'humidité doit être très exactement respectée si elle est appelée à être utilisée comme valeur de base pour la correction.

3) Der Eintrittsdruck kann niedriger sein als vorgegeben, wenn während des Versuchs eine Reihe von Meßwerten für den Eintrittsdruck aufgenommen werden und sie die vertraglichen Betriebspunkte beidseitig überdecken.

The inlet pressure can be lower than stipulated if a series of inlet pressure readings are recorded during the test and they straddle the contracted operating points.

La valeur de la pression d'entrée peut être inférieure à la valeur préconisée, si on effectue une série de lectures de cette pression au cours de l'essai, et si ces valeurs encadrent les valeurs de consignes prévues au marché.

8.1.6 Wird der Versuch mit einem anderen als dem dem Vertrag zugrundegelegten Gas durchgeführt, so ist eine Umrechnung vorzunehmen. Umrechnungen dieser Art sind zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

8.1.6 If the test is performed with a different gas from that stipulated in the contract, a correction is to be made. Corrections of this kind are to be agreed upon between the contract parties.

8.1.6 Si l'essai est effectué en utilisant un gaz différent de celui stipulé dans le marché, une correction doit être alors effectuée. Des corrections de ce genre doivent faire l'objet d'accords entre les parties contractantes.

8.1.7 Wird die maximal zulässige Abweichung der Betriebsflüssigkeitstemperatur überschritten, so kann der Hersteller seine Erfahrungswerte für die Umrechnung der Betriebsflüssigkeitstemperatur verwenden, sofern zwischen den Vertragspartnern darüber Einigung erzielt wurde.

8.1.7 If the maximum permissible deviation on working liquid temperature is exceeded, the manufacturer may use his proven working liquid temperature correction factors after agreement between the contracted parties is obtained.

8.1.7 Si l'écart maximum admissible pour la température du liquide formant l'anneau se trouve dépassé, le constructeur peut alors appliquer ses facteurs de correction de température du liquide de l'anneau homologués, après que les parties contractantes concernées se soient mises d'accord sur cette solution.

8.1.8 Wenn die Abweichungen oder Schwankungen die Werte in Abschnitt 8.1.5 überschreiten, sind die in Abschnitt 8.1.3 beschriebenen Verfahren nach Vereinbarungen zwischen den Vertragspartnern anzuwenden.

8.1.8 If the deviation or fluctuation exceeds the values in Section 8.1.5, the methods described in Section 8.1.3 are to be used after agreement between the contract parties.

8.1.8 Si l'écart ou la fluctuation dépasse les valeurs stipulées au paragraphe 8.1.5, les méthodes décrites au paragraphe 8.1.3 doivent être utilisées après que les parties contractantes concernées se soient mises d'accord à cet effet.

## 8.2 UMRECHNUNG DES ANSAUGVOLUMENSTROMES

## 8.2 CORRECTION OF THE INLET VOLUME FLOW RATE

## 8.2 CORRECTION DU DEBIT VOLUMETRIQUE D'ENTREE

### 8.2.1 DREHZAHL

### 8.2.1 SPEED

### 8.2.1 VITESSE

Der Umrechnungsfactor ist:  $K_1 = \frac{N_g}{N_t}$

The correction factor is:  $K_1 = \frac{N_g}{N_t}$

Le facteur de correction est:  $K_1 = \frac{N_g}{N_t}$

Hierin ist:  $N_g$  die vertraglich festgelegte Drehzahl

Where  $N_g$  is the speed stipulated in the contract

Formule dans laquelle  $N_g$  représente la vitesse demandée dans le marché,

$N_t$  die bei dem Versuch gemessene Drehzahl

$N_t$  is the speed measured in the test

et  $N_t$  la vitesse mesuré lors de l'essai.

### 8.2.2 BETRIEBSFLÜSSIGKEITSTEMPERATUR

### 8.2.2 WORKING LIQUID TEMPERATURE

### 8.2.2 TEMPERATURE DU LIQUIDE FORMANT L'ANNEAU

Der Umrechnungsfactor ist:

The correction factor is:

Le facteur de correction applicable s'énonce ainsi:

$$K_2 = \frac{p_1 - p_{dg}}{p_1 - p_{dt}} \cdot \frac{t_{Lt} + 273}{t_{Lg} + 273}$$

$$K_2 = \frac{p_1 - p_{dg}}{p_1 - p_{dt}} \cdot \frac{t_{Lt} + 273}{t_{Lg} + 273}$$

$$K_2 = \frac{p_1 - p_{dg}}{p_1 - p_{dt}} \cdot \frac{t_{Lt} + 273}{t_{Lg} + 273}$$

Hierin ist:

$p_1$  der Eintrittsdruck

$t_{1g}$  die garantierte Betriebsflüssigkeitstemperatur

$t_{1t}$  die Betriebsflüssigkeitstemperatur während des Versuchs

$p_{dg}$  der Partialdruck der Betriebsflüssigkeit bei  $t_{1g}$

$p_{dt}$  der Partialdruck der Betriebsflüssigkeit bei  $t_{1t}$

Where:

$p_1$  is the inlet pressure

$t_{1g}$  is the reference working liquid temperature

$t_{1t}$  is the working liquid supply temperature during the test

$p_{dg}$  is the partial pressure of the working liquid at  $t_{1g}$

$p_{dt}$  is the partial pressure of the working liquid at  $t_{1t}$

Formule dans laquelle:

$p_1$  = pression d'entrée

$t_{1g}$  = température de référence du liquide de l'anneau

$t_{1t}$  = température d'alimentation du liquide de l'anneau au cours de l'essai

$p_{dg}$  = pression partielle du liquide de l'anneau à la  $t_{1g}$

$p_{dt}$  = pression partielle du liquide de l'anneau à la  $t_{1t}$

### 8.2.3 GASEINTRITTSTEMPERATUR

Der Umrechnungsfaktor ist:

$$K_3 = \frac{t_{1g} + 273}{t_{1t} + 273}$$

Hierin ist:

$t_{1g}$  die garantierte Gastemperatur am Eintrittspunkt

$t_{1t}$  die Gaseintrittstemperatur während des Versuchs

### 8.2.3 GAS INLET TEMPERATURE

The correction factor is:

$$K_3 = \frac{t_{1g} + 273}{t_{1t} + 273}$$

Where:

$t_{1g}$  is the referenced gas temperature at the inlet point

$t_{1t}$  is the gas inlet temperature during the test

### 8.2.3 TEMPERATURE D'ENTREE DU GAZ

Le facteur de correction applicable s'énonce ainsi:

$$K_3 = \frac{t_{1g} + 273}{t_{1t} + 273}$$

Formule dans laquelle:

$t_{1g}$  = température de référence du gaz au point d'entrée

$t_{1t}$  = température d'entrée du gaz durant l'essai

### 8.2.4 UMGERECHNETER ANSAUGVOLUMENSTROM

Der umgerechnete Ansaugvolumenstrom beträgt

$$\dot{V}_{cor} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dot{V}_t$$

Hierin ist:  $\dot{V}_t$  der im Versuch gemessene Ansaugvolumenstrom

### 8.2.4 CORRECTED INLET VOLUME FLOW RATE

The corrected inlet volume flow rate is:

$$\dot{V}_{cor} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dot{V}_t$$

Where:  $\dot{V}_t$  is the inlet volume flow rate measured in the test

### 8.2.4 DEBIT VOLUMETRIQUE D'ENTREE CORRIGE

Le débit volumétrique d'entrée corrigé correspond à:

$$\dot{V}_{cor} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dot{V}_t$$

Formule dans laquelle  $\dot{V}_t$  est le débit volumétrique d'entrée mesuré au cours de l'essai

### 8.3 UMGRECHNUNG DES LEISTUNGSBEDARFS

### 8.3 CORRECTION OF THE POWER REQUIREMENT

### 8.3 CORRECTION DE LA PUISSANCE REQUISE

#### 8.3.1 DREHZAHL

#### 8.3.1 SPEED

#### 8.3.1 VITESSE

Der Umrechnungsfaktor ist:  $K_4 = \left(\frac{N_g}{N_t}\right)^2$

The correction factor is:  $K_4 = \left(\frac{N_g}{N_t}\right)^2$

Le facteur de correction applicable est le suivant:

$$K_4 = \left(\frac{N_g}{N_t}\right)^2$$

Hierin ist:

Where:

$N_g$  die vertraglich festgelegte Drehzahl

$N_g$  is the speed stipulated in the contract

$N_t$  die bei dem Versuch gemessene Drehzahl

$N_t$  is the speed measured during the test

Formule dans laquelle:

$N_g$  représente la vitesse stipulée dans le marché

$N_t$  représente la vitesse mesurée au cours de l'essai



Der Exponent 2 ist ein Näherungswert, der in Verbindung mit den maximal zulässigen Abweichungen gemäß Tabelle 1, Abschnitt 8.1.5, Verwendung findet.

The exponent 2 is an approximate value which is used according to Table 1 in Section 8.1.5.

L'exposant 2 est une valeur approximative qui est utilisée en accord avec les indications du tableau 1, paragraphe 8.1.5.

### 8.3.2 UMGERECHNETER LEISTUNGSBEDARF

### 8.3.2 CORRECTED POWER REQUIREMENT

### 8.3.2 PUISSANCE REQUISE CORRIGÉE

Der umgerechnete Leistungsbedarf ist:

The corrected power requirement is:

La puissance requise corrigée correspond à:

$$P_{\text{cor}} = K_4 \cdot P_t$$

$$P_{\text{cor}} = K_4 \cdot P_t$$

$$P_{\text{cor}} = K_4 \cdot P_t$$

Hierin ist:

Where:

Formule dans laquelle  $P_t$  représente la puissance requise mesurée lors de l'essai.

$P_t$  der im Versuch gemessene Leistungsbedarf

$P_t$  is the power requirement measured in the test

### 8.3.3 ERMITTLUNG DES SPEZIFISCHEN LEISTUNGSBEDARFS

### 8.3.3 DETERMINATION OF THE SPECIFIC POWER REQUIREMENT

### 8.3.3 DETERMINATION DE LA PUISSANCE SPECIFIQUE REQUISE

$$w_{\text{cor}} = \frac{P_{\text{cor}}}{V_{\text{cor}}}$$

The specific power requirement is:

La puissance spécifique requise correspond à:

$$w_{\text{cor}} = \frac{P_{\text{cor}}}{V_{\text{cor}}}$$

$$w_{\text{cor}} = \frac{P_{\text{cor}}}{V_{\text{cor}}}$$

Hierin ist:

Where:

Formule dans laquelle  $V_{\text{cor}}$  représente le débit volumétrique d'entrée corrigé.

$V_{\text{cor}}$  der umgerechnete Ansaugvolumenstrom

$V_{\text{cor}}$  is the corrected inlet volume flow rate

### 8.4 ÄHNLICHKEITSGESETZ

### 8.4 SIMILARITY LAW

### 8.4 LOI DE SIMILITUDE

#### 8.4.1 VERSUCH UNTER ÄHNLICHEN BEDINGUNGEN BEI FLÜSSIGKEITSRING-VAKUUMPUMPEN

#### 8.4.1 SIMILARITY TEST ON LIQUID RING VACUUM PUMPS

#### 8.4.1 ESSAI DE SIMILITUDE SUR POMPES A VIDE A ANNEAU LIQUIDE

Ein Versuch unter ähnlichen Bedingungen kann ausgeführt werden, wenn zur Umrechnung von Leistungsdaten die nachfolgenden Gesetzmäßigkeiten für verschiedene Betriebsbedingungen verwendet werden:

A similarity test can be performed if the following relationships for various operating conditions are met. Then, this test can be used for calculating power data:

Un essai de similitude peut être effectué si les relations suivantes, pour différentes conditions de fonctionnement, sont satisfaites. Cet essai peut alors être utilisé pour calculer les valeurs de puissance:

Die korrekte Anwendung setzt voraus

Correct use requires

Pour une utilisation correcte il importe que les exigences ci-après énoncées soient satisfaites

- die geometrische Ähnlichkeit aller die Strömung beeinflussenden Körper,
- das Nicht-Vorhandensein oder die rechnerische Elimination leistungsbeeinflussender thermodynamischer Effekte wie Erwärmung, Kühlung, Verdampfung und Kondensation,
- die Beachtung von Betriebsgrenzen wie z.B. maximal zulässige Drehzahlen und minimal zulässige Ansaugdrücke.

- geometric similarity of all bodies which affect the flow,
- absence or arithmetic elimination of thermo-dynamic effects such as heating, cooling, evaporation and condensation, which influence power,
- the observance of operating limits such as e.g. maximum permissible speeds and minimum permissible inlet pressures.

- similitude géométrique de tous les corps qui exercent une influence sur le débit,
- absence ou élimination par correction arithmétique des incidences de caractère thermo-dynamique telles que: échauffement, refroidissement, évaporation et condensation, qui jouent sur la puissance,
- le respect des limites opératoires fixées, telles que par exemple les vitesses maximales admissibles et les pressions d'entrée minimales admissibles.

Das Ähnlichkeitsgesetz lautet:

"Sind die Druckverhältnisse

$$\theta = \frac{p_2}{p_1}$$

und die Druckzahlen

$$K = 10 \cdot \frac{p_1}{\frac{\rho_L}{2} \cdot u^2} \quad (\text{Gleichung 1})$$

verschiedener Betriebspunkte gleich groß, so sind auch die isothermen Wirkungsgrade

$$\eta_T = \frac{1}{3,6 \cdot 10^4} \cdot \frac{p_1 \cdot \dot{V} \cdot l_n \frac{p_2}{p_1}}{p} \quad (\text{Gleichung 2})$$

und die Radausnutzung

$$\lambda = \frac{1}{60} \cdot \frac{\dot{V}}{\frac{3,14}{4} \cdot d_{\text{Rad}}^2 \cdot B \cdot N} \quad (\text{Gleichung 3})$$

gleich groß".

The similarity law states:

"If the pressure ratios

$$\theta = \frac{p_2}{p_1}$$

and the compression factors

$$K = 10 \cdot \frac{p_1}{\frac{\rho_L}{2} \cdot u^2} \quad (\text{Formula 1})$$

of various operating points are equal, then the isothermal efficiencies

$$\eta_T = \frac{1}{3,6 \cdot 10^4} \cdot \frac{p_1 \cdot \dot{V} \cdot l_n \frac{p_2}{p_1}}{p} \quad (\text{Formula 2})$$

and the wheel utilization

$$\lambda = \frac{1}{60} \cdot \frac{\dot{V}}{\frac{3,14}{4} \cdot d_{\text{Rad}}^2 \cdot B \cdot N} \quad (\text{Formula 3})$$

are also equal".

La loi de la similitude dit que:

"Si les rapports de pression

$$\theta = \frac{p_2}{p_1}$$

et les facteurs de compression

$$K = 10 \cdot \frac{p_1}{\frac{\rho_L}{2} \cdot u^2} \quad (\text{formule 1})$$

de différents points de fonctionnement sont égaux, alors les rendements isothermes

$$\eta_T = \frac{1}{3,6 \cdot 10^4} \cdot \frac{p_1 \cdot \dot{V} \cdot l_n \frac{p_2}{p_1}}{p} \quad (\text{formule 2})$$

et le facteur d'utilisation du rotor

$$\lambda = \frac{1}{60} \cdot \frac{\dot{V}}{\frac{3,14}{4} \cdot d_{\text{Rad}}^2 \cdot B \cdot N} \quad (\text{formule 3})$$

sont également égaux".

Hierin ist:

Where:

Formules dans lesquelles:

K	Druckzahl Compression factor Facteur de compression	-
p <sub>1</sub>	Eintrittsdruck Inlet Pressure Pression d'entrée	mbar
p <sub>2</sub>	Austrittsdruck Discharge Pressure Pression de refoulement	mbar
u	Umfangsgeschwindigkeit Peripheral velocity Vitesse de rotation périphérique	m/s
B	Schaufelradbreite Impeller width Largeur du rotor	m
d <sub>Rad</sub>	Schaufelraddurchmesser Impeller diameter Diamètre du rotor	m
N	Drehzahl Speed Vitesse	1/min
P	Leistungsbedarf Absorbed power Puissance absorbée	kW

V	Ansaugvolumenstrom Inlet volume rate of flow Débit volumétrique d'entrée	m <sup>3</sup> /h m <sup>3</sup> /heure
$\eta_T$	Isothermer Wirkungsgrad Isothermal efficiency Rendement isotherme	-
$\lambda$	Radausnutzung Wheel utilization Utilisation de la roue	-
$\theta$	Druckverhältnis Pressure ratio Rapport de pressions	-
$\rho_L$	Dichte der Betriebsflüssigkeit Density of the working liquid Densité du liquide de l'anneau	kg/m <sup>3</sup>
3.14	$\pi$ (ungefähr) $\pi$ (approx.) $\pi$ (environ)	-

## 9 VERSUCHSBERICHT UND VERGLEICH MIT DEN GARANTIEWERTEN

9.1 Vom Versuchsleiter ist ein Versuchsbericht anzufertigen, der alles für die Auswertung des Versuchs Erforderliche enthält.

9.2 In dem Versuchsbericht sind Gegenstand, Ort und Zeit des Versuchs sowie die Namen der Teilnehmer anzugeben.

9.3 Der Versuchsbericht soll eine kurze Beschreibung und die wichtigsten Daten der Vakuumpumpe und der Antriebsmaschine enthalten, ferner den Namen des Herstellers, die Herstellungsnummer, die Garantiedaten usw.

9.4 Der Versuchsbericht soll Angaben über die für den Versuch benutzten Verfahren und Geräte enthalten sowie eine schematische Darstellung der Versuchsanordnung, in der alle Meßpunkte eingezeichnet sind. In wichtigen Fällen (Abnahmeversuche) soll der Versuchsbericht eine Aufstellung enthalten über die vom Lieferer gegebenen Garantien bezüglich Ansaugvolumenstrom, spezifischen Leistungsbedarf sowie die Betriebsdaten der Vakuumpumpe und ferner die Betriebsbedingungen, für welche die Ga-

## 9 TEST REPORT AND COMPARISON WITH THE REFERENCED VALUES

9.1 The test supervisor is to produce a test report which contains all necessary information for the evaluation of the test.

9.2 The test object, the location and time of the test as well as the names of those involved are to be specified in the test report.

9.3 The test report is to contain a short description and the most important data of the vacuum pump and prime mover, in addition to the name of the manufacturer, the manufacturing number, the guaranteed data, etc.

9.4 The test report shall contain specifications about the methods and devices used for the test as well as a schematic drawing of the test configuration which includes all measuring points. In important cases (acceptance tests) the test report is to include a summary of the guarantees given by the supplier with regard to the inlet volume flow rate, specific power requirement as well as the operating data of the vacuum pump, and moreover, the operating conditions to which the guarantees apply. If possible the name of

## 9 COMPTE-RENDU DE L'ESSAI ET COMPARAISON AVEC LES VALEURS DE REFERENCE

9.1 Le responsable de l'essai doit établir un rapport d'essai renfermant toutes les informations nécessaires à l'interprétation de l'essai.

9.2 L'objet de l'essai, le lieu et l'heure de déroulement de l'essai, ainsi que les noms de toutes les personnes y ayant participé, doivent figurer dans le compte-rendu de l'essai.

9.3 Le rapport d'essai doit également comporter une brève description ainsi que l'indication des principales caractéristiques de la pompe à vide et de la roue, outre le nom du constructeur, le numéro de fabrication, les caractéristiques garanties etc..

9.4 Le compte-rendu de l'essai devra également comporter des spécifications concernant les méthodes et les appareils utilisés pour la réalisation et l'essai, ainsi qu'une représentation schématique de la configuration de l'essai, faisant ressortir tous les points de mesure. Dans les cas importants (essais de réception) il conviendra de faire également figurer dans le rapport d'essai un résumé des garanties accordées par le fournisseur en ce qui concerne le débit volumique d'entrée, la puissance spécifique requise, ainsi que

rantien gelten. Für wichtige Meßgeräte sollte möglichst der Name des Herstellers, die Herstellnummer sowie Bauart und Güteklasse genannt werden.

9.5 Der Versuchsbericht soll die während des Versuchs aufgezeichneten Meßwerte für Ansaugvolumenstrom und Leistungsbedarf sowie eine Tabelle der Mittelwerte der Ablesungen enthalten. Anzeige- und Ablesewerte der Meßgeräte sind so aufzuzeichnen, wie sie beobachtet wurden. Die Originalprotokolle sind vom Versuchsleiter aufzubewahren. Umrechnungen und umgerechnete Werte sind in den Versuchsbericht gesondert aufzunehmen.

9.6 Alle besonderen Bedingungen sind festzuhalten.

9.7 Der Versuchsbericht soll die für die Berechnung des Ansaugvolumenstroms und des Leistungsbedarfs verwendeten Formeln mit den Umrechnungen sowie die Berechnungsergebnisse enthalten. Umfangreiche Berechnungen sind möglichst als Anhang anzufügen, um den Bericht nicht zu belasten. Die Ergebnisse sind in übersichtlicher Tabellenform anzuordnen.

9.8 Eine Zusammenfassung der Versuchsergebnisse zusammen mit allgemeinen Schlußfolgerungen über die geprüfte Vakuumpumpe und eine Feststellung darüber, ob die Garantiewerte erfüllt wurden oder nicht, sind dem Bericht beizufügen.

9.9 Der Versuchsbericht ist von Vertretern der Vertragspartner zu unterzeichnen.

9.10 Nach Umrechnung der Versuchsergebnisse auf die Garantiegrundlagen sind diese mit den Vertragswerten zu vergleichen.

the manufacturer, the manufacturing number, as well as the type and quality class should be mentioned for important measuring devices.

9.5 The test report shall contain measurements for inlet volume flow rate and power requirement recorded during the test as well as a table of the mean values of the readings. Display values and readings of measuring devices are to be recorded as they were observed. The original reports are to be recorded separately in the test report.

9.6 All special conditions are to be conformed to.

9.7 The test report shall contain the formulas together with the corrections as well as the results of calculations used for determining the inlet volume flow rate and power requirement. If possible, extensive calculations are to be attached as an appendix in order to make the reports more readable. The results are to be arranged in easily read tables.

9.8 A summary of the test results together with general conclusions about the tested vacuum pump, and a statement as to whether the guaranteed values were fulfilled or not, are to be included in the report.

9.9 The test report is to be signed by the representatives of the contract parties.

9.10 After the test reports have been corrected to the guaranteed bases, they are to be compared with the contractual values.

les caractéristiques fonctionnelles de la pompe à vide, sans oublier les conditions de service en fonction desquelles la garantie s'applique. Si possible également le nom de constructeur, le numéro de fabrication ainsi que le type et la classe de qualité doivent être également mentionnés en ce qui concerne les principaux appareillages de mesure ayant été en l'occurrence utilisés.

9.5. Le rapport d'essai fera état des mesures enregistrées au cours de l'essai pour le débit volumique d'entrée et la puissance requise, et présentera également un tableau des valeurs moyennes des lectures effectuées. Les valeurs affichées par et les lectures effectuées sur les appareillages de mesure doivent être enregistrées comme elles ont été relevées. Les rapports originaux doivent être enregistrés séparément dans le compte-rendu de l'essai.

9.6 Il y a lieu de se conformer à toutes les conditions spéciales.

9.7 Le compte-rendu de l'essai doit renfermer les formules ainsi que les corrections et les résultats des calculs effectués pour déterminer le débit volumétrique d'entrée et la puissance requise. Dans la mesure du possible, les feuilles de calculs complexes devront être jointes en annexe de manière à faciliter la lecture du rapport. Les résultats devront être présentés sous la forme de tableaux d'une lecture facile.

9.8 Un résumé des résultats des essais, accompagné de conclusions générales sur la pompe à vide essayée, et une déclaration précisant si les valeurs garanties ont été satisfaites ou non, doivent figurer dans le rapport.

9.9 Le rapport d'essai doit être signé par les représentants respectifs des parties signataires du marché.

9.10 Après que les rapports d'essai aient été corrigés en fonction des bases garanties, on les compare aux valeurs contractuelles.

**10 BESONDERE VERSUCHE, WIE SIE ZWISCHEN DEM LIEFERER UND BESTELLER DER FLÜSSIGKEITSRING-VAKUUMPUMPE VEREINBART WERDEN KÖNNEN.**

Um solche Versuche mit einer aussagekräftigen Genauigkeit durchführen zu können, sind im Vergleich zu den genormten Versuchen eine große Anzahl von Geräten und Anstrengungen erforderlich, was vom Kunden ein beträchtliches, zusätzliches finanzielles Engagement verlangt.

**10.1 TATSÄCHLICHE SIMULATIONSVERSUCHE**

Das Ansaugvolumen und die aufgenommene Leistung werden mit den im späteren Einsatzfall vorhandenen Gasen und der dort verfügbaren Dicht(Betriebs-)flüssigkeit bei dem Betriebsvakuum und dem Betriebsaustrittsdruck gemessen.

**10.1.1 VERSUCHE MIT GESÄTTIGTER LUFT**

Ein Versuch, der den Einfluß der Kondensation von gesättigter Luft auf den Ansaugvolumenstrom nachweist.

**10 SPECIAL TESTS WHICH MAY BE ARRANGED BETWEEN SUPPLIER AND USER OF THE LIQUID RING VACUUM PUMP.**

To be of meaningful accuracy, such tests require much additional equipment and effort compared to the standard test and will, therefore, involve the customer in considerable extra expenditure.

**10.1 ACTUAL SIMULATION TESTS**

The inlet volume and absorbed power are measured with job site gases and sealing (working) liquid at job site vacuum level and discharge pressure.

**10.1.1 SATURATED AIR TESTS**

A test which demonstrates the effect of condensation from saturated air on the inlet volume flow rate.

**10 ESSAIS PARTICULIERS POUVANT ETRE CONVENUS ENTRE LE FOURNISSEUR ET L'UTILISATEUR DE LA POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE.**

Pour pouvoir être d'une précision significative, de tels essais nécessitent la mise en oeuvre d'un important appareillage supplémentaire, s'accompagnant d'un surcroît de travail non négligeable comparativement aux essais classiques, et entraîneront donc le client dans des dépenses supplémentaires considérables.

**10.1 ESSAIS DE SIMULATION REELS**

Ils consistent à mesurer le débit volumétrique d'entrée et la puissance absorbée en utilisant les gaz et le liquide formant l'anneau tels qu'ils se présenteront sur les lieux réels d'utilisation de la pompe, dans les conditions prévues de degré de vide et de pression de refoulement.

**10.1.1 ESSAIS EN PRESENCE D'AIR SATURE**

Essai permettant de se rendre compte de l'incidence exercée par la condensation provoquée par l'air saturé, sur le débit volumique d'entrée.

ANHANG "A"  
APPENDIX "A"  
ANNEXE "A"

1 ABNAHMEVERSUCH FÜR FLÜSSIGKEITS-  
RING-VAKUUMPUMPEN

Art des Gases:  
Freie Luft

Betriebsflüssigkeit:  
Wasser ( $\rho_L = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

2 TABELLE 1 - GARANTIEBEDINGUNGEN  
FÜR DEN ABNAHMEVERSUCH

1 ACCEPTANCE TEST ON LIQUID RING  
VACUUM PUMPS

Type of gas:  
Free air

Working liquid:  
Water ( $\rho_L = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

2 TABLE 1 - REFERENCED CONTRACT  
CONDITIONS WHICH MUST BE COVERED  
BY THE ACCEPTANCE TEST

1 ESSAI DE RECEPTION DE POMPES A  
VIDE A ANNEAU LIQUIDE

Type de gaz:  
Air libre

Liquide formant l'anneau:  
Eau ( $\rho_L = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

2 TABLEAU 1 - CONDITIONS CONTRAC-  
TUELLES DE REFERENCE QUI DOIVENT  
ETRE VERIFIEES DANS LE CADRE DE  
L'ESSAI DE RECEPTION

Größe Quantity Grandeur	Formelzeichen Symbol Symbole	Einheit Unit Unité
Eintrittsdruck Inlet pressure Pression d'entrée	$P_1$	bar, mbar
Eintrittstemperatur Inlet temperature Température d'entrée	$t_1$	$^{\circ}\text{C}$
Austrittsdruck Discharge pressure Pression de refoulement	$P_2$	bar, mbar
Drehzahl Speed Vitesse	$N$	l/min
Betriebsflüssigkeits- volumenstrom Working liquid volume rate of flow Débit volumique du liquide formant l'anneau	$\dot{V}_L$	$\text{m}^3/\text{h}$
Eintrittstemperatur der Betriebsflüssigkeit Suction temperature of the working liquid Température d'aspiration du liquide formant l'anneau	$t_L$	$^{\circ}\text{C}$

Größe Quantity Grandeur	Formelzeichen Symbol Symbole	Einheit Unit Unité	Toleranz (1) Tolerance (1) Tolérance (1)	
			Lauferraddurchmesser Impeller Diameter Diamètre du rotor ≥ 500 mm	< 500 mm
Ansaugvolumenstrom Inlet volume rate of flow Débit volumique d'entrée	$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /h	- 5 %	- 10 %
Leistungsbedarf Absorbed power Puissance absorbée	P	kW	+ 5 %	+ 10 %

Anmerkung (1) - Engere Toleranzen dürfen verwendet werden  
 Note (1) - More stringent tolerances may be used  
 Remarque (1) - On peut appliquer des tolérances plus serrées

4 ABNAHMEVERSUCHSANORDNUNG

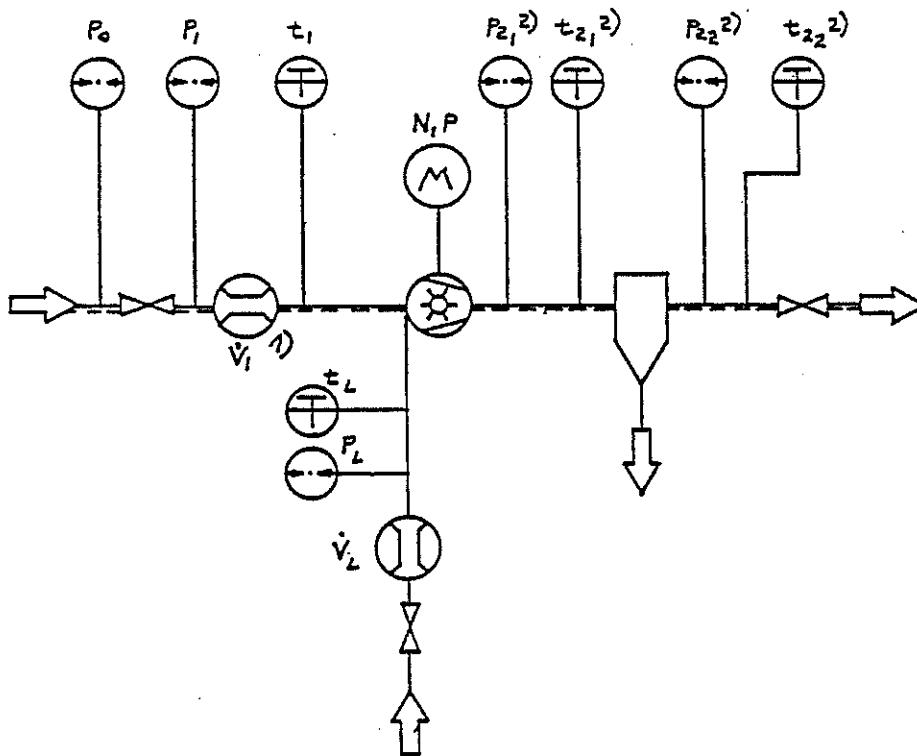
4 ACCEPTANCE TEST CONFIGURATION

4 CONFIGURATION DE L'ESSAI DE RECEPTION

Alternative 1: (Volumenstrom bei Ansaugbedingungen gemessen)

Alternative 1: (Flow measured at inlet conditions)

Variante 1: (débit mesuré dans les conditions d'entrée)



1)  $\dot{V}_1$  kann gemessen werden  
 2) Je nach Vertragsbedingung

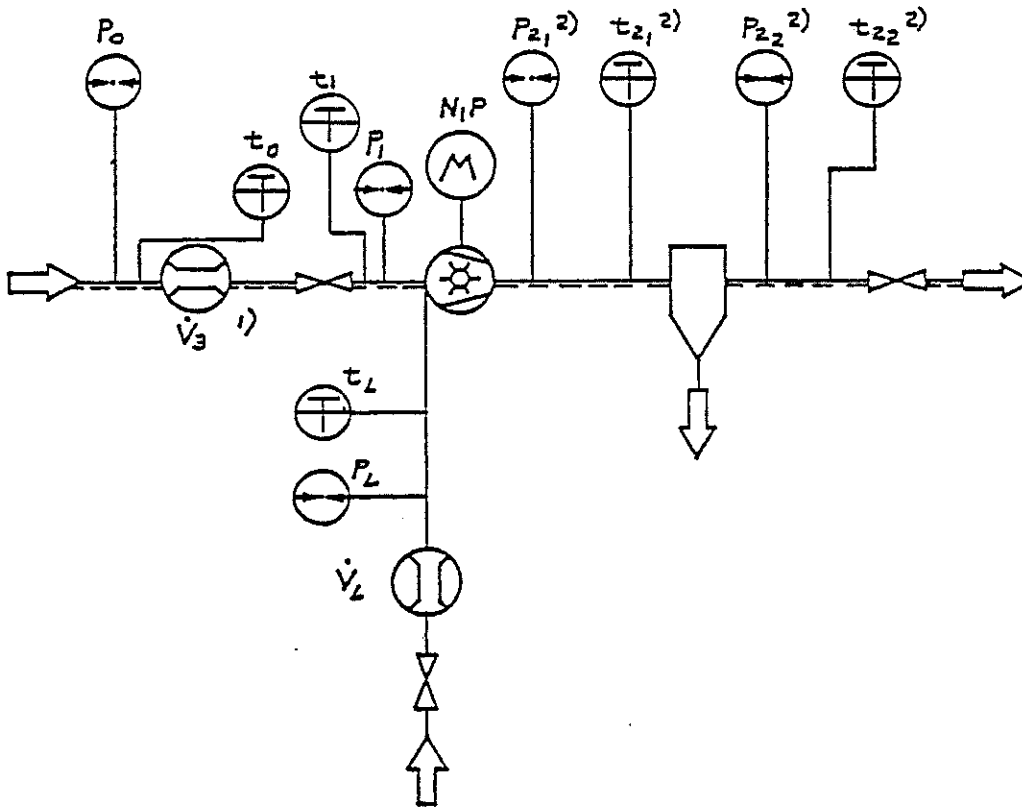
1)  $\dot{V}_1$  may be measured  
 2) Depending upon contractual conditions

1)  $\dot{V}_1$  peut être mesuré  
 2) Fonction des conditions du marché

Alternative 2: (Volumenstrom bei Umgebungsbedingungen gemessen)

Alternative 2: (Flow measured at ambient conditions)

Variante 2: (débit mesuré dans les conditions ambiantes)



1)  $\dot{V}_3$  kann gemessen werden  
2) Je nach Vertragsbedingung

1)  $\dot{V}_3$  may be measured  
2) Depending upon contractual conditions

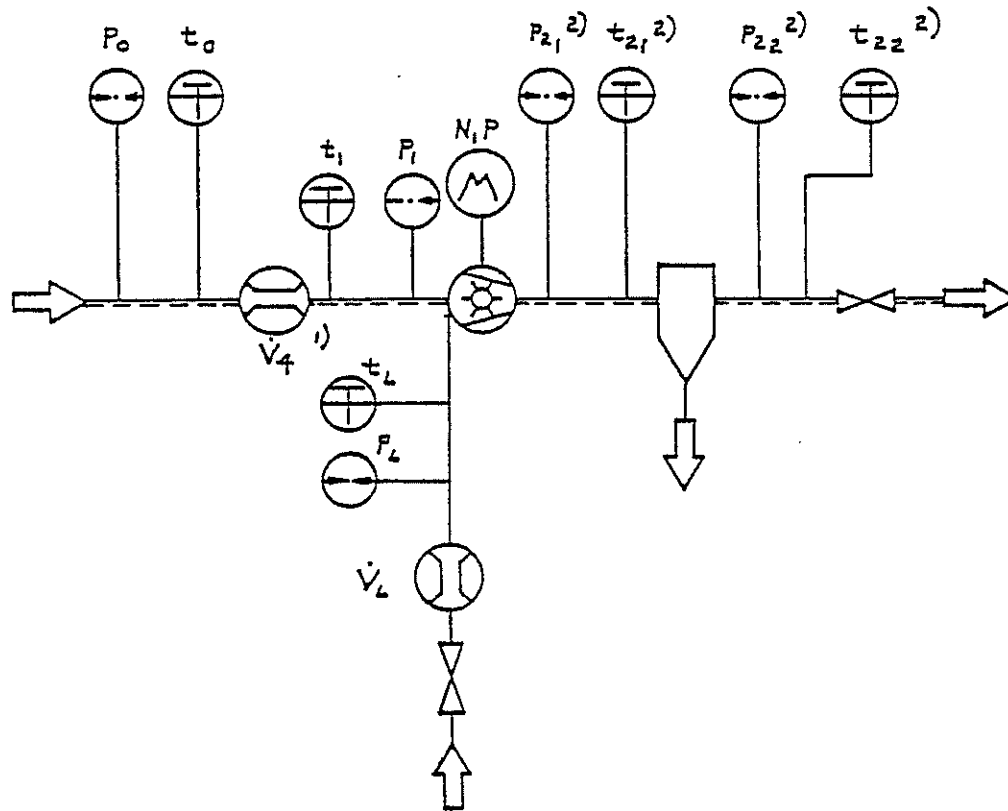
1)  $\dot{V}_3$  peut être mesuré  
2) Fonction des conditions du marché



Alternative 3: (Mehrfach-Meßblenden  
oder Meßdüsenmethode)

Alternative 3: (multiple orifice or  
nozzle method)

Variante 3: (méthode par tuyères et  
diaphragmes multiples)



1)  $\dot{V}_4$  kann mit einer einfachen oder einer mehrfachen Blende gemessen werden. Der Vakuumpumpeneintrittsdruck wird durch Änderung der Blendengröße oder der beim Versuch eingesetzten Anzahl der Blenden geändert.

2) Je nach Vertragsbedingung

1)  $\dot{V}_4$  may be measured with a single or multiple orifice. Vacuum pump inlet pressure is varied by changing orifice sizes or changing the quantity of orifices used during test.

2) Depending upon contractual conditions

1)  $\dot{V}_4$  peut être mesuré à l'aide d'un diaphragme simple ou multiple. On fait varier la pression d'entrée de la pompe à vide en modifiant les dimensions des diaphragmes ou le nombre de diaphragmes utilisés durant l'essai.

2) Fonction des conditions du marché

5 MINDESTANZAHL DER MESSDATEN  
WÄHREND DES ABNAHMEVERSUCHS

5 MINIMUM TEST DATA TO BE RECORDED  
DURING THE ACCEPTANCE TEST

5 NOMENCLATURE DES PRINCIPALES  
CARACTERISTIQUES QUI DOIVENT ETRE  
RELEVÉES LORS DE L'ESSAI DE  
RECEPTION

ZUSAMMENSTELLUNG DER MESSWERTE

SUMMARY OF THE MEASUREMENTS

RESUME DES MESURES

Nummer Number Numéro	Gegenstand Object Caractéristiques	Formelzeichen Symbol Symbole	Einheit Unit Unité
1	Datum Date Date	-	-
2	Atmosphärischer Druck Atmospheric pressure Pression atmosphérique	$p_0$	bar , mbar
3	Eintrittsdruck Inlet pressure Pression d'entrée	$p_1$	bar, mbar
4	Austrittsdruck Discharge pressure Pression de refoulement	$p_2$	bar, mbar
5	Temperatur am Aufstellungs- ort Temperature at the installa- tion location Température à l'endroit de l'installation	$t_0$	°C
6	Eintrittstemperatur Inlet temperature Température à l'entrée	$t_1$	°C
7	Austrittstemperatur Discharge temperature Température de refoulement	$t_2$	°C
8	Eintrittstemperatur der Betriebsflüssigkeit Suction temperature of the working liquid Température d'aspiration du liquide formant l'anneau	$t_L$	°C
9	Eintrittsdruck der Betriebsflüssigkeit Suction pressure of the working liquid Pression d'aspiration du liquide formant l'anneau	$p_L$	bar, mbar
10	Volumenstrom der Betriebs- flüssigkeit Working liquid volume rate of flow Débit volumétrique du liquide formant l'anneau	$\dot{V}_L$	m <sup>3</sup> /h
11	Leistungsbedarf Absorbed power Puissance absorbée	P	kW
12	Drehzahl Speed Vitesse	N	1/min
13	Ansaugvolumenstrom (Meßwert) Volume rate of flow (measurement) Débit volumétrique (mesuré)	$\dot{V}_3$	m <sup>3</sup> /h
14	Ansaugvolumenstrom (Rechenwert oder Meßwert) Volume rate of flow (derived value or measure- ment) Débit volumétrique (valeur dérivée ou mesuré)	$\dot{V}_1, \dot{V}_4$	m <sup>3</sup> /h

## PNEUROP MEMBERS

### **B Belgium - FABRIMETAL**

Federation des Entreprises de l'Industrie des Fabrications Metalliques

Diamant Building, Boulevard A Reyers 80, B-1030 BRUSSELS

Tel: + 32 2 706 7984

Fax: + 32 2 706 7988

e-mail: guy.vandoorslaer@fabrimetal.be

Website: <http://www.fabrimetal.be>

### **CH/FL Switzerland and Liechtenstein - VSM**

Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller

Kirchenweg 4, CH-8032 ZÜRICH, Switzerland

Tel: + 41 1 384 48 44

Fax: + 41 1 384 48 49

e-mail: brigitte.waernier@vsm.ch

Website: [www.vsm.ch](http://www.vsm.ch)

### **D Germany - VDMA**

Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau EV

Fachgemeinschaft Kompressoren und Vakuumpumpen

Postfach 71 08 64, Niederrad, Lyoner Straße 18, D-60528 FRANKFURT AM MAIN

Tel: + 49 69 6603-1281

Fax: + 49 69 6603-1690

e-mail: kuv@vdma.org

Website: [www.kuv.vdma.org](http://www.kuv.vdma.org)

### **F France - SCC and SIO**

Syndicat des Constructeurs de Compresseurs

Tel: +33 1 47 17 62 81

Fax: +33 1 47 17 62 82

e-mail: international@mail.fimeca.com

Syndicat de l'Industrie de l'Outillage

Tel: + 33 1 47 17 64 52

Fax: + 33 1 47 17 64 55

e-mail: Pfourjade@tool-france.org

Website: <http://www.tool-france.org>

Maison de la Mécanique, 39/41 rue Louis Blanc, 92400 Courbevoie

92038 PARIS LA DEFENSE CEDEX

### **GB Great Britain - BCAS and PNEUROP Secretariat**

British Compressed Air Society Limited

33/34 Devonshire Street, LONDON WIN 1RF

Tel: + 44 (0)171 935 2464

Fax: + 44 (0)171 935 3077

e-mail: compressedair@virgin.net

e-mail: pneurop.compressedair@virgin.net

Website: <http://www.britishcompressedair.co.uk>

Website: <http://www.pneurop.com>

### **I Italy - ANIMA**

Federazione delle Associazioni Nazionali dell'Industria Meccanica Varia ed Affine

Comp-Unione Costruttori Compressori

Via Luisa Battistotti Sassi 11/b, 20133 MILANO

Tel: + 39 02 73971

Fax: + 39 02 739 7348

e-mail: anima@anima-it.com

Website: [www.anima-it.com](http://www.anima-it.com)

### **S Sweden - TLG**

Tryckluftgruppen inom Sveriges Verkstadsindustrier

Box 5510, Storgatan 5, S-114 85 STOCKHOLM

Tel: + 46 8 782 0800

Fax: + 46 8 660 3378

e-mail: TLG@vi.se

Website: [www.vibab.se](http://www.vibab.se)

### **SF Finland**

Federation of Finnish Metal and Engineering Industries

c/o Mr Jyrki Mäkiö

Gardner Denver Oy, PO Box 516, 33101 TAMPERE

Etu-Hankkion katu 9, 33700 TAMPERE

Tel: + 358 205 44 141

Fax: + 358 205 44 3900

e-mail: jyrki.makio@tamrotor.fi

---

**GENERAL SECRETARIAT**

**British Compressed Air Society  
33/34 Devonshire Street  
LONDON  
W1N 1RF  
Tel: 0171 935 2464  
Fax: 0171 935 3077**