



**MEASURING TECHNIQUE FOR INDIRECT DETERMINATION OF
THE USEFUL HEAT OUTPUT AND THE EFFICIENCY OF FANNED
WARM AIR GENERATORS**

**TECHNIQUE DES MEASURES POUR LA DETERMINATION
INDIRECTE DE LA PUISSANCE ET DU RENDEMENT
CALORIFIQUES UTILES DES GENERATEURS PULSEURS
D'AIR CHAUD**

**MESSTECHNIK FÜR DIE INDIREKTE BESTIMMUNG DER
WÄRMENUTZLEISTUNG UND DES WÄRMEWIRKUNGSGRADES
VON HEISSLUFTGENERATOREN**

**MEASURING TECHNIQUE FOR INDIRECT DETERMINATION OF
THE USEFUL HEAT OUTPUT AND THE EFFICIENCY OF FANNED
WARM AIR GENERATORS**

**TECHNIQUE DES MEASURES POUR LA DETERMINATION
INDIRECTE DE LA PUISSANCE ET DU RENDEMENT
CALORIFIQUES UTILES DES GENERATEURS PULSEURS
D'AIR CHAUD**

**MESSTECHNIK FÜR DIE INDIREKTE BESTIMMUNG DER
WÄRMENUTZLEISTUNG UND DES WÄRMEWIRKUNGSGRADES
VON HEISSLUFTGENERATOREN**

AIMS AND OBJECTIVES

Founded in 1959, the European Committee of Air Handling and Air Conditioning Equipment Manufacturers, EUROVENT, is made up of fourteen national trade associations representing the manufacturers of air handling equipment in Europe.

EUROVENT has the aim, on a European level, to facilitate closer ties between the companies of the profession, to promote all desirable and possible exchanges between European manufacturers, and to contribute to an improvement of the marketing conditions and the general development of the profession.

EUROVENT represents the profession in relations with the European authorities and the International Organizations.

DEFINITION ET BUTS

Fondé en 1959, le Comité Européen des Constructeurs de Matériel Aéraulique EUROVENT rassemble quatorze associations professionnelles nationales représentatives des constructeurs de matériel aéraulique en Europe.

EUROVENT se propose de faciliter sur le plan européen un rapprochement des entreprises de la profession, d'aider à tous les échanges souhaitables et possibles entre les constructeurs européens et de contribuer à une amélioration des conditions d'exploitation des marchés et au développement général de la profession.

EUROVENT représente la profession auprès des autorités européennes et des organismes internationaux.

AUFGABEN UND ZIELE

Das 1959 gegründete europäische Komitee der Hersteller von lufftechnischen Geräten und Anlagen, EUROVENT, umfasst vierzehn nationale Fachverbände, die die Hersteller dieser Erzeugnisse in Europa repräsentieren.

EUROVENT hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Annäherung zwischen den Firmen auf europäischer Ebene zu erleichtern, beim wünschenswerten und möglichen Erfahrungsaustausch zwischen den europäischen Herstellern zu helfen, die Marktbedingungen zu verbessern und zu einer allgemeinen Förderung des Fachbereiches beizutragen.

EUROVENT vertritt die Interessen des Berufszweiges gegenüber den europäischen Behörden und den internationalen Organisationen.

INTRODUCTION

La puissance calorifique utile d'un générateur pulseur d'air chaud peut être déterminée de deux façons différentes:

- soit directement, par des mesures d'échauffement et de débit sur l'air pulsé;
- soit indirectement en mesurant la puissance apportée par le combustible, et en déduisant les différentes pertes possibles.

Pour différentes raisons, c'est cette dernière méthode qui a été retenue; sa description fait l'objet de ce présent document.

Il s'applique aux appareils utilisant les combustibles solides, liquides ou gazeux.

INTRODUCTION

The useful heat output of a fanned warm air generator may be determined in two different ways:

- either directly through air heating and flow rate measurements;
- or indirectly by measuring the power supplied by the fuel, and by deducing the various possible losses.

For different reasons, we have chosen this latter method described in this document. It may be applied to units using solid, liquid or gaseous fuels.

EINFÜHRUNG

Die Wärmenutzleistung eines Heißluftgenerators kann auf zwei verschiedenen Wegen bestimmt werden:

- entweder direkt durch Messung der Lufterhitzung und des Luftstroms;
- oder indirekt, indem man die vom Brennstoff gelieferte Leistung mißt und die verschiedenen möglichen Verluste abzieht.

Aus verschiedenen Gründen wurde dieses letztere Verfahren gewählt; seine Beschreibung ist Gegenstand des vorliegenden Dokumentes.

Es ist anwendbar für Geräte mit festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen.

TABLE DES MATIERES

	Page		Page
1. Installation d'essais	2	4.3 Températures	18
1.1 Station d'essais	2	4.4 Produits gazeux de la combustion	20
1.2 Raccordement de l'orifice d'évacuation des produits de la combustion	6	4.5 Combustible	20
2. Choix du combustible	12	4.6 Résidus solides de la combustion	22
2.1 Combustibles solides	12	4.7 Durée de combustion	22
2.2 Combustibles liquides	14	4.8 Stabilité	22
2.3 Combustibles gazeux	14	5. Etablissement du bilan thermique	24
3. Préparation des essais	16	5.1 Symboles et unités	24
4. Grandeurs à mesurer - Précision des mesures	18	5.2 Calcul des éléments du bilan	34
4.1 Ambiance	18	5.3 Bilan thermique	44
4.2 Pressions et dépressions	18	ANNEXE 1	48
		FIGURES	50

TABLE OF CONTENTS

	Page		Page
1. Test installation	2	4.3 Temperatures	18
1.1 Test station	2	4.4 Gaseous combustion products	20
1.2 Connection of the discharge orifice of the combustion products	6	4.5 Fuel	20
2. Choice of the fuel	12	4.6 Solid combustion residues	22
2.1 Solid fuels	12	4.7 Duration of the combustion	22
2.2 Liquid fuels	14	4.8 Stability	22
2.3 Gaseous fuels	14	5. Establishment of the thermal balance	24
3. Test preparation	16	5.1 Symbols and units	24
4. Measuring quantities - measuring accuracy	18	5.2 Calculation of the balance elements	34
4.1 Environment	18	5.3 Thermal balance	44
4.2 Pressures and negative pressures	18	APPENDIX 1	48
		FIGURES	50

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
1. Prüfanlage	3	4.3 Temperaturen	19
1.1 Prüfanstalt	3	4.4 Gasförmige Verbrennungsprodukte	21
1.2 Anschluß der Abzugsöffnung der Verbrennungsprodukte	7	4.5 Brennstoff	21
2. Wahl des Brennstoffs	13	4.6 Feste Verbrennungsrückstände	23
2.1 Feste Brennstoffe	13	4.7 Verbrennungsdauer	23
2.2 Flüssige Brennstoffe	15	4.8 Stabilität	23
2.3 Gasförmige Brennstoffe	15	5. Erstellung der Wärmebilanz	25
3. Vorbereitung der Prüfungen	17	5.1 Symbole und Einheiten	25
4. Meßgrößen- Meßgenauigkeit	19	5.2 Berechnung der Bilanz-elemente	35
4.1 Umgebung	19	5.3 Wärmebilanz	45
4.2 Drücke und Unterdrücke	19	ANHANG 1	49
		BILDER	50

1. INSTALLATION D'ESSAIS

1.1 Station d'essais

Les essais sont normalement effectués dans une station aménagée et équipée de façon à permettre la mise au point des techniques expérimentales décrites dans le présent document.

Le poste d'essais servant à la détermination des caractéristiques de fonctionnement d'un appareil comprend:

- une cheminée d'évacuation des gaz de combustion et un dispositif spécial de raccordement de l'appareil à celle-ci,
- un équipement de mesure et d'enregistrement des valeurs servant à caractériser la combustion et la marche de l'appareil, à savoir:
 - température et composition des gaz de combustion à la sortie de l'appareil,
 - pressions ou dépressions, notamment à la sortie de l'appareil,
- un équipement de mesure de la consommation du combustible.

1. TEST INSTALLATION

1.1 Test station

Tests are normally executed in a so arranged and equipped station as to allow the practical application of the experimental techniques described in the present document.

The test rig for the determination of the operation characteristics of a unit comprises:

- a chimney for discharging the combustion gases, and a special connection between the unit and the chimney,
- an equipment for measuring and recording the values, which characterize the combustion and the functioning of the unit, namely:
 - temperature and composition of the combustion gases at the unit outlet,
 - pressures and negative pressures, notably at the unit outlet,
- an equipment for measuring the fuel consumption.

1. PRÜFANLAGE

1.1 Prüfanstalt

Die Prüfungen werden normalerweise in einer so eingerichteten und ausgestatteten Anstalt vorgenommen, daß die Bedingungen für eine praktische Durchführung der in dem vorliegenden Dokument beschriebenen experimentellen Techniken gegeben sind.

Der Prüfstand zur Bestimmung der Betriebsdaten eines Gerätes umfaßt:

- einen Kaminabzug für die Verbrennungsgase und ein besonderes Element für den Anschluß des Gerätes an diesen Kamin,
- eine Ausstattung für die Messung und Aufzeichnung der Werte, die zur Charakterisierung der Verbrennung und des Gerätebetriebs dienen, und zwar:
 - Temperatur und Zusammensetzung der Verbrennungsgase am Geräteaustritt,
 - Drucke oder Unterdrucke vor allem am Geräteaustritt,
- eine Ausrüstung für die Messung des Brennstoffbedarfs.

Il y a lieu de tenir compte des prescriptions suivantes:

- les locaux doivent posséder une ventilation suffisante pour que tous les foyers aient une alimentation normale en air frais, lorsque les postes d'essais qu'ils contiennent sont utilisés au maximum de leur capacité;
- les cheminées desservant les différents postes d'essais doivent être construites et disposées de façon à être soustraites au mieux à l'influence des variations des conditions atmosphériques. Elles seront munies d'un dispositif automatique de réglage permettant de réaliser et de maintenir la dépression recommandée par le constructeur à la buse d'évacuation des produits de la combustion.

The following prescriptions should be respected:

- the room should have a sufficient ventilation so that all the furnaces have a normal supply of fresh air, when the test rigs, which they contain, are used at maximum capacity;
- the chimneys serving the different test rigs should be built and disposed so as to be at the best withdrawn from the influence of the variations of the atmospheric conditions. They shall be equipped with an automatic control device recommended by the manufacturer at the discharge nozzle of the combustion products.

Folgende Vorschriften sollen beachtet werden:

- die Räume sollen über eine genügende Belüftung verfügen, so daß alle Feuerungen normal mit Frischluft versorgt werden, wenn die Prüfstände, die sich in ihnen befinden, bei maximaler Leistung gefahren werden;

- die die verschiedenen Prüfstände versorgenden Kamine sollen so gebaut und angeordnet sein, daß sie so gut wie möglich dem Einfluß der Schwankungen der atmosphärischen Bedingungen entzogen werden. Sie werden mit einer automatischen Regelvorrichtung versehen, die es ermöglicht, den vom Hersteller am Abgasstutzen der Verbrennungsgase empfohlenen Unterdruck zu verwirklichen und beizubehalten.

1.2 Raccordement de l'orifice d'évacuation des produits de la combustion

Suivant le mode d'évacuation des produits de la combustion et leur nature, l'appareil est raccordé:

- soit à une cheminée à tirage naturel (ou éventuellement à tirage artificiel) pour les combustibles solides et liquides;
- soit à des dispositifs spéciaux pour les combustibles gazeux.

1.2.1 Combustibles solides et liquides

Entre l'appareil et la cheminée est intercalée une manchette de raccordement comportant les différents points de prélèvement, suivant la figure 1; la manchette comporte un coude à la partie inférieure permettant de raccorder une buse à axe horizontal avec une cheminée verticale.

Lorsque l'axe de la buse de l'appareil est vertical, la manchette se réduit à un cylindre calorifugé dont l'axe est vertical.

1.2 Connection of the discharge orifice of the combustion products

According to the discharge conditions of the combustion products and their nature, the unit is connected:

- either to a chimney with natural draught (or on occasion with artificial draught) for solid and liquid fuels;
- or to a special device for gaseous fuels.

1.2.1 Solid and liquid fuels

Between the unit and the chimney, a connection sleeve is inserted comprising the different sampling points, according to figure 1. The sleeve has a bend at the lower part, allowing to connect a nozzle with horizontal axis to a vertical chimney.

When the nozzle axis is vertical, the sleeve is reduced to a heat insulated cylinder with vertical axis.

1.2 Anschluß der Abzugsöffnung der Verbrennungsprodukte

Je nach der Abzugsweise der Verbrennungsprodukte und ihrer Art wird das Gerät folgendermaßen angeschlossen:

- entweder an einen Kamin mit natürlichem Zug (oder eventuell mit künstlichem Zug) bei festen oder flüssigen Brennstoffen;
- oder an spezielle Vorrichtungen bei gasförmigen Brennstoffen.

1.2.1 Feste und flüssige Brennstoffe

Zwischen dem Gerät und dem Kamin wird ein Anschlußstutzen geschaltet, der die verschiedenen Entnahmepunkte gemäß Abbildung 3 enthält. Der Stutzen hat am unteren Teil einen Krümmer, der gestattet, eine Düse mit horizontaler Achse an einen vertikalen Kamin anzuschließen.

Wenn die Achse der Düse des Gerätes vertikal ist, besteht der Stutzen lediglich aus einem wärme gedämmten Zylinder, dessen Achse vertikal ist.

Le diamètre intérieur de la manchette correspond au diamètre d'emboîtement sur la buse si celle-ci est circulaire ou au diamètre d'un cercle de section équivalente à celle de la buse lorsque cette dernière n'est pas circulaire.

On peut utiliser une manchette de diamètre supérieur au diamètre de la buse sous réserve que le rapport des aires des sections droites n'exécède pas 1,35. Les dispositions décrites ci-dessus conduisent pour les appareils de puissance importante à des encombrements en hauteur trop importants; dans ce cas, on peut procéder à une liaison appareil-cheminée par une manchette horizontale dont les cotes sont indiquées sur la fig. 2.

Dans le cas où l'évacuation des produits de la combustion est assurée par un dispositif mécanique, incorporé ou non à l'appareil il peut être nécessaire d'assurer l'homogénéité des produits de combustion par un dispositif approprié.

The inner diameter of the sleeve corresponds to the fitting diameter on the nozzle, if the latter is circular, or to the diameter of a circle whose cross-section is equivalent to that of the nozzle, if this is not circular.

A sleeve whose diameter is greater than the nozzle diameter may be used, if the ratio of the cross-section areas does not exceed 1,35. For units of high capacity the dispositions described above lead to the use of too much space in height; in this case, the unit may be connected to the chimney by means of a horizontal sleeve, the dimensions of which are given in figure 2.

If the combustion products are discharged by means of a mechanical device incorporated or not in the unit, it may be necessary to ensure the homogeneity of the combustion products through an appropriate device.

Der Innendurchmesser des Stutzens entspricht dem Einfügungsdurchmesser auf der Düse, wenn diese rund ist, oder dem Durchmesser eines Kreises mit dem der Düse äquivalenten Durchmesser, wenn diese letztere nicht rund ist.

Man kann einen Stutzen, dessen Durchmesser größer als der der Düse ist, benutzen, soweit das Verhältnis der Querschnittflächen nicht größer als 1,35 ist. Die obenstehend beschriebenen Anordnungen führen bei hochleistungsfähigen Geräten zu zu großen Konstruktionshöhen. Wenn dies der Fall ist, kann man eine Gerät - Kamin-Verbindung mit Hilfe eines horizontalen Stutzens, dessen Abmessungen in Abbildung 2 angegeben sind, herstellen.

Wenn der Verbrennungsproduktabzug von einer mechanischen Vorrichtung, die in das Gerät eingebaut ist oder nicht, übernommen wird, kann es notwendig sein, die Homogenität der Verbrennungsprodukte durch eine geeignete Vorrichtung sicherzustellen.

1.2.2 Combustibles gazeux

Cheminée de 0,50 m

Les essais sont effectués en adaptant au dispositif de sortie des produits de la combustion fixé sur l'appareil, un conduit d'évacuation en aluminium de même section que la buse et débouchant à l'air libre dans le laboratoire et construit conformément à la figure 3.

Cheminée de 5 m

Elle est constituée par un conduit vertical cylindrique en tôle plombée nue de 1,5 mm d'épaisseur et construite conformément à la figure 3. Les différents tronçons sont réunis au moyen de brides soudées en tôle de 2 mm d'épaisseur.

Dispositif de mesure des températures

Les mesures de températures au dispositif d'évacuation et à l'extrémité supérieure de la cheminée de 5 m sont effectuées au moyen de thermomètres ou couples thermo-électriques, suivant la grandeur des températures à mesurer.

1.2.2 Gaseous fuels

0,50 m chimney

Tests are carried out by adapting on the combustion products discharge device fitted on the unit, an aluminium flue whose cross-section is that of the nozzle, opening on to the open air in the laboratory and constructed as shown in figure 3.

5 m chimney

It consists of a cylindrical vertical leaded bare iron duct of 1,5 mm thickness and built according to figure 3. The different pieces are assembled by means of welded sheet-iron flanges of 2 mm thickness.

Temperature measuring device

Temperature measurements at the discharge device at the upper end of the 5 m chimney are carried out by means of thermometers or thermo-electrical couples, according to the temperatures to be measured.

1.2.2 Gasförmige Brennstoffe

0,50 m Kamin

Die Prüfungen werden vorgenommen, indem man auf der Austrittsvorrichtung für die Verbrennungsprodukte auf dem Gerät ein Abgasrohr aus Aluminium mit dem gleichen Querschnitt wie die Düse und das eine Austrittsöffnung in die freie Luft im Laboratorium besitzt und gemäß Abb. 3 gebaut ist, anpaßt.

5 m Kamin

Er besteht aus einem vertikalen zylindrischen Rohr aus nacktem verbleiten Blech von 1,5 mm Dicke und wird gemäß der Abb. 3 gebaut. Die verschiedenen Abschnitte werden durch geschweißte Blechflansche von 2 mm Dicke zusammengehalten.

Vorrichtung zur Temperaturmessung

Die Temperaturmessungen an der Abzugsvorrichtung und am oberen Ende des 5 m Kamins werden, je nach der Größe der zu messenden Temperaturen, unter Verwendung von Thermometern oder thermoelektrischen Elementen durchgeführt.

Ces thermomètres ou couples sont obligatoirement munis d'un écran protecteur et sont disposés suivant l'axe du conduit et aux cotes indiquées sur la figure 3.

These thermometers or these couples must definitively be equipped with a protection screen and are disposed along the duct axis and at the locations given in figure 3.

Dispositif de prélèvement des produits de combustion

Un tube de prise des produits de combustion est prévu aux emplacements et cotes de la fig. 3 pour effectuer les prélèvements destinés à la détermination du rendement de l'appareil.

Combustion products sampling device

A sampling tube for the combustion products is provided at the locations of figure 3 for executing the samplings for the determination of the efficiency of the unit.

2. CHOIX DU COMBUSTIBLE

Les essais doivent être effectués avec chacune des familles de combustibles indiqués par le constructeur.

2. CHOICE OF THE FUEL

Tests should be carried out with each of the fuels indicated by the manufacturer.

2.1 Combustibles solides

Le combustible d'essai doit être choisi en fonction du calibre et de la composition moyenne dans la famille de combustibles indiquée par le constructeur.

2.1 Solid fuels

The test fuel should be chosen following the size and the average composition within the fuel family specified by the manufacturer.

Diese Thermometer oder Elemente werden obligatorisch mit einem Schutzschirm versehen und entlang der Rohrachse in den in Abb. 3 angegebenen Positionen angeordnet.

Entnahmevorrichtung für die Verbrennungsprodukte

Ein Entnahmerohr für die Verbrennungsprodukte ist an den in Abb. 3 angegebenen Stellen vorgesehen, um die für die Bestimmung des Wirkungsgrades des Gerätes notwendigen Entnahmen vorzunehmen.

2. WAHL DES BRENNSTOFFS

Die Prüfungen werden mit jeder der vom Hersteller angegebenen Brennstofffamilien durchgeführt.

2.1 Feste Brennstoffe

Der Prüfbrennstoff soll gemäß der Größe und der mittleren Zusammensetzung in der vom Hersteller angegebenen Brennstofffamilie gewählt werden.

2.2 Combustibles liquides

Pour chacune des familles de combustibles indiquées par le constructeur, on choisit un combustible d'essai dont les caractéristiques se rapprochent de celles des combustibles utilisés dans le pays de destination de l'appareil.

2.3 Combustibles gazeux

On distingue:

- les gaz de référence qui présentent une composition moyenne dans le cadre de la famille prévue par le constructeur pour la détermination de la puissance et du rendement;
- les gaz limites qui comprennent les variations extrêmes à l'intérieur de cette famille, pour contrôler la qualité de la combustion et la stabilité de la flamme.

2.2 Liquid fuels

For each of the fuel families indicated by the manufacturer, a test fuel is chosen, the characteristics of which approach those of the fuels used in the destination country of the machine.

2.3 Gaseous fuels

We distinguish:

- the design gases, which present an average composition in the frame of the family foreseen by the manufacturer for the determination of the output and the efficiency;
- the limit gases, which comprise the extreme variations within this family, for checking the combustion quality and the flame stability.

2.2 Flüssige Brennstoffe

Für jede der vom Hersteller angegebenen Brennstofffamilien wählt man einen Prüfbrennstoff, dessen Charakteristiken sich den im Bestimmungsland des Gerätes verwendeten Brennstoffen annähern.

2.3 Gasförmige Brennstoffe

Man unterscheidet:

- die Referenzgase, bei denen eine durchschnittliche Zusammensetzung im Rahmen der vom Hersteller für die Leistungs- und Wirkungsgradbestimmung vorgesehenen Familie vorliegt;
- die Grenzgase, die extreme Schwankungen innerhalb dieser Familie aufweisen, zur Kontrolle der Verbrennungsgüte und der Flammenstabilität.

3. PREPARATION DES ESSAIS

Avant chaque série d'essais, l'appareil est convenablement nettoyé. On s'assure du bon état de fonctionnement des accessoires équipant l'appareil et des appareils de mesure.

Il est procédé à un ou plusieurs essais préliminaires au cours desquels on détermine les différents réglages à adopter (tirage de la cheminée, quantité d'air primaire et secondaire) pour obtenir la puissance type de l'essai proprement dit. Il y a lieu de prendre les dispositions nécessaires pour que les conditions de tirage soient respectées et maintenues pendant la durée de l'essai.

Si la durée des essais préliminaires a été importante, il peut être procédé, avant les essais proprement dits, à un ramonage de l'appareil suivant les instructions de conduite et d'utilisation en employant les outils fournis à cet effet par le constructeur.

Lorsqu'un appareil subit plusieurs séries d'essais avec des combustibles différents, il est procédé à un ramonage à chaque changement de combustible.

3. TEST PREPARATION

Before each test series, the apparatus should be thoroughly cleaned. The good working conditions of the fittings of the unit and the measuring devices should be checked.

One or several preliminary tests are executed during which the different settings to be adopted (chimney draught, quantity of primary and of secondary air) are determined in order to obtain the nominal capacity of the test proper. Steps should be taken that the draught conditions be observed and maintained during the test.

If the duration of the preliminary test is important, the apparatus may be raked out following the instructions for use with the tools supplied to this end by the manufacturer.

If the unit undergoes several test series with different fuels, it is raked out at every change of fuel.

3. VORBEREITUNG DER PRÜFUNGEN

Vor jeder Prüfserie wird das Gerät anständig gesäubert. Man vergewissert sich des guten Betriebszustandes des Gerätezubehörs und der Meßgeräte.

Es werden eine oder mehrere Vorprüfungen vorgenommen, im Laufe deren man die verschiedenen Einstellungen festgelegt hat (Kaminzug, Primär- und Sekundärluftmengen), um die Nennleistung der eigentlichen Prüfung zu erzielen. Alle notwendigen Maßnahmen sind zu treffen, damit die Zugbedingungen während der Prüfungsdauer beachtet und beibehalten werden.

Wenn die Vorprüfungen lange gedauert haben, kann man vor den eigentlichen Prüfungen das Gerät gemäß der Wartungsanweisungen mit den zu diesem Zweck vom Hersteller bereitgestellten Geräten ausfeigen lassen.

Wenn auf einem Gerät mehrere Prüfserien mit verschiedenen Brennstoffen durchgeführt werden, wird bei jedem Brennstoffwechsel das Gerät ausgefeigt.

4. GRANDEURS A MESURER -
PRECISION DES MESURES

4. MEASURING QUANTITIES -
MEASURING ACCURACY

4.1 Ambiance

4.1 Environment

Pression atmosphérique

Atmospheric pressure ± 100 Pa

Température ambiante

Ambient temperature $\pm 0,5$ °C

Humidité relative de l'air
(exprimée en nombre décimal)

Relative humidity of
the air (expressed
in decimal numbers) $\pm 0,5$ %

4.2 Pressions et dépressions

4.2 Pressures and negative pressures

Dépression dans le conduit
d'évacuation des produits
de la combustion:

Negative pressure in the
discharge duct of the
combustion products:

jusqu'à 100 Pa

up to 100 Pa ± 1 Pa

au-dessus de 100 Pa

more than 100 Pa ± 1 %

Pression d'alimentation
(combustible gazeux)

Supply pressure
(gaseous fuel) ± 10 Pa

4.3 Températures

4.3 Temperatures

Résidus gazeux de la
combustion

Gaseous combustion
residues ± 5 °C

Fluide chauffé

Heated fluid $\pm 0,1$ °C

Température de surface
de l'enveloppe

Casing surface
temperature ± 5 °C

4. MESSGRÖSSEN -
MESSGENAUIGKEIT

4.1 Umgebung

atmosphärischer Druck

Umgebungstemperatur

relative Luftfeuchtigkeit
(ausgedrückt als Dezimal-
zahl)

4.2 Drücke und Unterdrücke

Unterdruck im Abgasrohr
der Verbrennungsprodukte:

bis zu 100 Pa

über 100 Pa

Versorgungsdruck
(gasförmiger Brennstoff)

4.3 Temperaturen

Gasförmige Verbrennungs-
rückstände

Beheiztes Fluid

Oberflächentemperatur
des Gehäuses

4.4 Produits gazeux de la combustion

Sont mesurées et enregistrées les teneurs des produits gazeux secs de la combustion en ($\text{CO}_2 + \text{SO}_2$), et en ($\text{CO} + \text{H}_2$) au moyen d'appareils permettant d'apprécier $\pm 0,2 \%$ en valeur absolue.

Lorsque la teneur en CO est déterminée par microdosage, on doit pouvoir déceler les teneurs de 5/100 000 à 2/100 000 près.

4.5 Combustible

Combustible chargé ou déchargé

La détermination des masses de combustible chargé ou déchargé est effectuée en dehors de la plate-forme avec une précision de un pour mille.

Détermination de la masse ou du volume du combustible consommé

La détermination de la masse ou du volume de combustible consommé est effectuée avec une précision de un pour cent.

Prélèvements d'échantillons pour analyse

Un échantillon global du combustible utilisé est constitué pour la détermination du pouvoir calorifique et des caractéristiques nécessaires aux calculs des puissances et des rendements.

4.4 Gaseous combustion products

The ($\text{CO}_2 + \text{SO}_2$) and ($\text{CO} + \text{H}_2$) contents of the dry gaseous combustion products are measured and recorded using devices which allow an accuracy of $\pm 0,2 \%$ in absolute value.

When the CO content is determined by microdosage, it should be possible to have the values with an accuracy of 5/100 000 to 2/100 000.

4.5 Fuel

Loaded or unloaded fuel

The determination of the loaded or unloaded fuel masses is performed outside the test rig with an accuracy of 1 %.

Determination of the mass or the volume of the fuel consumed

The determination of the mass or the volume of fuel consumed is carried out with an accuracy of 1 %.

Collecting of test samples

A total sample of the fuel used is taken for the determination of the heating capacity and of the characteristics necessary for the output and efficiency calculations.

4.4 Gasförmige Verbrennungs- produkte

Die Gehalte der trockenen gasförmigen Verbrennungsprodukte an $(\text{CO}_2 + \text{SO}_2)$ und an $(\text{CO} + \text{H}_2)$ werden über Geräte, die mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2 \%$ als absoluten Wert arbeiten, gemessen und eingetragen.

Wenn der CO Gehalt durch Mikroanalyse bestimmt wird, müssen die Gehalte mit einer Genauigkeit von $5/100\ 000$ bis zu $2/100\ 000$ festgestellt werden können.

4.5 Brennstoff

Beschickter oder unbeschickter Brennstoff

Die Bestimmung der beschickten oder unbeschickten Brennstoffmassen geschieht außerhalb des Prüfstandes mit einer Genauigkeit von 1% .

Bestimmung der verbrauchten Brennstoffmasse oder des Brennstoffvolumens

Die verbrauchte Brennstoffmasse oder das verbrauchte Brennstoffvolumen wird mit einer Genauigkeit von 1% bestimmt.

Probeentnahmen für Analyse

Eine Gesamtprobe des verwendeten Brennstoffs wird zur Bestimmung des Heizvermögens und der für die Leistungs- und Wirkungsgradberechnungen benötigten Charakteristiken zusammengestellt.

4.6 Résidus solides de la combustion
(appareils à combustibles solides)

A chaque phase d'essai, la masse de l'ensemble des résidus solides de la combustion est évaluée. Un échantillon moyen de ces résidus solides est constitué en vue de l'analyse.

4.6 Solid combustion residues
(units using solid fuels)

At each test stage, the mass of all the solid combustion residues is determined. An average sample of these solid residues is taken for analysis.

4.7 Durée de combustion

Précision $\pm 1\%$

4.7 Duration of the combustion

Accuracy $\pm 1\%$

4.8 Stabilité

Avant de commencer les mesures relatives à l'obtention du bilan thermique, l'appareil devra avoir fonctionné à la puissance prévue pour l'essai pendant 1 heure environ.

La stabilité est considérée comme atteinte lorsque la puissance ne varie pas de plus de $\pm 1\%$ en 10 minutes.

4.8 Stability

Before beginning the measurements for determining the thermal balance, the unit should work about 1 hour at test output.

The stability is considered as reached, when the output does not vary by more than $\pm 1\%$ during 10 minutes.

4.6 Feste Verbrennungsrückstände
(Geräte mit festen Brennstoffen)

In jeder Prüfphase wird die Masse der gesamten festen Verbrennungsrückstände bestimmt. Eine Durchschnittsprobe dieser festen Rückstände wird zwecks Analyse zusammengestellt.

4.7 Verbrennungsdauer

Genauigkeit $\pm 1 \%$

4.8 Stabilität

Vor dem Beginn der Messungen zum Erhalt der Wärmebilanz soll das Gerät während ungefähr 1 Stunde mit der für die Prüfung vorgesehenen Leistung gelaufen haben.

Die Stabilität kann als erzielt betrachtet werden, wenn die Leistung nicht um mehr als $\pm 1 \%$ in 10 Minuten schwankt.

5. ETABLISSEMENT DU BILAN THERMIQUE

5. ESTABLISHMENT OF THE THERMAL BALANCE

5.1 Symboles et unites

5.1 Symbols and units

5.1.1 Combustibles solides et liquides

5.1.1 Solid and liquid fuels

Pouvoir calorifique inférieur sur brut (J/kg)

Net heating value (J/kg)

Pci

Masse de combustible consommé (brûlé ou non) pendant la durée d'essai (kg)

Mass of fuel consumed (burnt or not) during the test (kg)

M

Composition en pour cent du combustible

Composition in rate per cent of the fuel

Teneur en carbone total (% dans combustible)

Total carbon content (% in fuel)

C

Teneur en hydrogène (% dans combustible)

Hydrogen content (% in fuel)

H

Teneur en eau (% dans combustible)

Water content (% in fuel)

H₂O

Taux de cendres fixes (% dans combustible)

Rate of fixed ashes (% in fuel)

c

5.1.2 Combustibles gazeux

5.1.2 Gaseous fuels

Pouvoir calorifique inférieur en J/kg pour les gaz de pétrole liquéfiés, en J/m³ aux conditions de référence pour les autres gaz

Net heating value in J/kg for the liquefied petrol gases, in J/m³ at reference conditions for the other gases

Pci

Pouvoir calorifique supérieur en J/kg pour les gaz de pétrole liquéfiés, en J/m³ aux conditions de référence pour les autres gaz

Gross heating value in J/kg for the liquefied petrol gases, in J/m³ at reference conditions for the other gases

Pcs

5. ERSTELLUNG DER WÄRMEBILANZ

5.1 Symbole und Einheiten

5.1.1 Feste und flüssige Brennstoffe

Unteres Heizvermögen (J/kg)

Bei der Prüfung verbrauchte
(verbrannte oder nicht)
Brennstoffmasse (kg)

Zusammensetzung des Brenn-
stoffs in Prozent

Gesamtkohlenstoffgehalt
(% im Brennstoff)

Hydrogengehalt
(% im Brennstoff)

Wassergehalt.
(% im Brennstoff)

Gehalt an festen Aschen
(% im Brennstoff)

5.1.2 Gasförmige Brennstoffe

Unterer Heizwert in J/kg
für verflüssigte Erdölgase,
in J/m^3 unter Referenzbe-
dingungen für die anderen
Gase

Oberer Heizwert in J/kg
für verflüssigte Erdölgase,
in J/m^3 unter Referenzbe-
dingungen für die anderen
Gase

Volume total de CO₂ produit par la combustion, en m³/kg pour les gaz de pétrole liquéfiés, en m³/m³ aux conditions de référence pour les autres gaz

Total CO₂ volume produced by the combustion in m³/kg for the liquefied petrol gases, in m³/m³ at reference conditions for the other gases

V_{CO₂}

(Masse de combustible consommé en kg pour les gaz de pétrole liquéfiés)

(Mass of fuel consumed (in kg for the liquefied petrol gases

M

(Volume de combustible consommé en m³ aux conditions de référence pour les autres gaz * pendant la durée d'essai (kg ou m³))

(Volume of fuel consumed (in m³ at reference conditions for the other gases * during the test (kg or m³))

Teneur en eau (% dans combustible)

Water content (% in fuel)

H₂O

Pression du combustible gazeux (Pa)

Pressure of gaseous fuel (Pa)

P_G

Pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température du combustible gazeux (Pa)

Saturation pressure of water vapour as a function of the gaseous fuel temperature (Pa)

P_v(θ_G)

5.1.3 Comburant

5.1.3 Combustion agent

Volume d'air pour la combustion neutre de l'unité de masse ou de volume de combustible consommé (m³/kg ou m³/m³)

Volume of air for the neutral combustion of the mass or the volume unit of fuel consumed (m³/kg or m³/m³)

V_A

Pression partielle de vapeur d'eau (Pa)

Partial pressure of water vapour (Pa)

P_V

Masse volumique de l'air de combustion (kg/m³)

Combustion air density (kg/m³)

ρ_A

* Le symbole M est utilisé pour désigner un volume afin de conserver dans tous les cas la même écriture pour les formules utilisées dans l'établissement du bilan thermique.

*The symbol M is used for designating a volume in order to keep in all cases the same symbol for the formulae used for establishing the thermal balance.

Gesamtes, durch die Verbrennung erzeugtes CO_2 Volumen in m^3/kg für verflüssigte Erdölgase, in m^3/m^3 unter Referenzbedingungen für die anderen Gase

(Verbrauchte Brennstoffmasse in kg für verflüssigte Erdölgase
(Während der Prüfungsdauer verbrauchtes Brennstoffvolumen in m^3 unter Referenzbedingungen für die anderen Gase *
(kg oder m^3)

Wassergehalt
(% im Brennstoff)

Druck des gasförmigen Brennstoffs (Pa)

Sättigungsdruck des Wasserdampfes in Abhängigkeit von der Temperatur des gasförmigen Brennstoffs (Pa)

5.1.3 Verbrennungsmittel

Luftvolumen für die neutrale Verbrennung der Massen- oder Volumeneinheit von verbrauchtem Brennstoff
(m^3/kg oder m^3/m^3)

Teildruck des Wasserdampfes (Pa)

Dichte der Verbrennungsluft
(kg/m^3)

* Das Symbol M wird zur Kennzeichnung eines Volumens verwendet, um in allen Fällen die gleiche Schreibweise für die bei der Erstellung der Wärmebilanz benutzten Formeln zu bewahren.

5.1.4 Résidus solides

Masse des résidus solides correspondant à la masse M de combustible consommé (kg)

Teneur en carbone des résidus solides (% dans résidus solides)

Teneur en carbone sous forme d'imbrûlés dans les résidus solides (% dans combustible)

Somme des enthalpies massiques des différents résidus solides à leurs températures d'évacuation (J/kg)

Sommes des enthalpies massiques des mêmes résidus à la température ambiante (J/kg)

5.1.4 Solid residues

Mass of solid residues corresponding to the mass M of fuel consumed (kg)

Carbon content of the solid residues (% in solid residues)

Carbon content in form of unburnt gas in the solid residues (% in solid residues)

Sum of the enthalpies per unit of mass of the different solid residues at discharge temperature (J/kg)

Sum of the enthalpies per unit of mass of the same residues at ambient temperature (J/kg)

M_c

i

$$C_c = i \frac{M_c}{M}$$

H_s

H_{sa}

5.1.5 Produits gazeux de la combustion *

Volume total des produits gazeux secs de la combustion par unité de masse ou de volume de combustible consommé (m^3/kg ou m^3/m^3)

5.1.5 Gaseous combustion products *

Total volume of the dry gaseous combustion products per unit of mass or of volume of fuel consumed (m^3/kg or m^3/m^3)

V_f

* Les volumes sont ramenés aux conditions normales.

* The volumes are referred to normal conditions.

5.1.4 Feste Rückstände

Masse der festen Rückstände,
die der Masse M von verbrauchtem
Brennstoff entspricht (kg)

Kohlenstoffgehalt der festen
Rückstände (% in festen Rück-
ständen)

Kohlenstoffgehalt in Form von
Unverbranntem in den festen
Rückständen (% im Brennstoff)

Summe der Enthalpien pro
Masseneinheit der verschiede-
nen festen Rückstände bei
ihren Abzugstemperaturen
(J/kg)

Summe der Enthalpien pro
Masseneinheit der selben
Rückstände bei Umgebungs-
temperatur (J/kg)

5.1.5 Gasförmige Verbrennungs- produkte *

Gesamtvolumen der trockenen
gasförmigen Verbrennungs-
produkte pro Massen- oder
Volumeneinheit von ver-
brauchtem Brennstoff
(m^3/kg oder m^3/m^3)

* Die Volumen beziehen sich
auf normale Bedingungen.

<p>Fouvoir fumigène sec (volume total des produits gazeux secs de la combustion), correspondant à la combustion neutre par unité de masse ou de volume de combustible (m^3/kg ou m^3/m^3)</p>	<p>Dry smoke producing capacity (total volume of the dry gaseous combustion products) corresponding to the neutral combustion per unit of mass or of volume of fuel (m^3/kg or m^3/m^3)</p>	<p>V_{fn}</p>
<p>Masse volumique des produits gazeux secs de la combustion, à la température d'évacuation (kg/m^3)</p>	<p>Density of the dry gaseous combustion products at discharge temperature (kg/m^3)</p>	<p>ρ_f</p>
<p>Teneur anhydride carbonique</p>	<p>Carbonic acid gas content</p>	<p>CO_2</p>
<p>Teneur en CO_2 dans les fumées neutres</p>	<p>CO_2 content in neutral flue gases</p>	<p>$(CO_2)_n$</p>
<p>Teneur en oxyde de carbone</p>	<p>Carbon monoxid content</p>	<p>CO</p>
<p>Teneur en oxygène</p>	<p>Oxygen content</p>	<p>O_2</p>
<p>Teneur en hydrogène</p>	<p>Hydrogen content</p>	<p>H_2</p>
<p>Teneur en imbrûlés des résidus gazeux</p>	<p>Unburnt gases content of the gaseous residues</p>	<p>$(CO + H_2^-)$</p>
<p>Teneur en hydrocarbures (éventuellement)</p>	<p>Hydrocarbon content (if any)</p>	<p>$CH_4,$ C_2H_4</p>
<p>Excès d'air, exprimé en pour cent du volume d'air V_A</p>	<p>Air excess, expressed in % of the air volume V_A</p>	<p>X_A</p>
<p>Température moyenne des résidus gazeux ($^{\circ}C$)</p>	<p>Mean temperature of the gaseous residues ($^{\circ}C$)</p>	<p>θ_f</p>

Trockenes Raucherzeugungsvermögen (Gesamtvolumen der trockenen gasförmigen Verbrennungsprodukte), das der neutralen Verbrennung pro Massen- oder Volumeneinheit vom Brennstoff entspricht (m^3/kg oder m^3/m^3)

Dichte der trockenen gasförmigen Verbrennungsprodukte bei ihrer Abzugstemperatur (kg/m^3)

Kohlensäureanhydridgehalt

CO_2 Gehalt in neutralen Rauchgasen

Kohlenoxidgehalt

Sauerstoffgehalt

Wasserstoffgehalt

Gehalt der gasförmigen Rückstände an Unverbranntem

Kohlenwasserstoffgehalt (eventuell)

Luftüberschuß, ausgedrückt in % des Luftvolumens V_A

Mittlere Temperatur der gasförmigen Rückstände ($^{\circ}\text{C}$)

Masse de vapeur d'eau contenue dans les produits gazeux de combustion par unité de masse ou de volume de combustible consommé (kg/kg ou kg/m³)

Mass of water vapour in the gaseous combustion products per unit of mass or of volume of fuel consumed (kg/kg or kg/m³)

m

Masse de vapeur d'eau provenant de l'air de combustion par unité de masse ou de volume de combustible consommé (kg/kg ou kg/m³)

Mass of water vapour arising from combustion air per unit of mass or of volume of fuel consumed (kg/kg or kg/m³)

m_A

Masse de vapeur d'eau provenant du combustible par unité de masse ou de volume de combustible consommé (kg/kg ou kg/m³)

Mass of water vapour arising from the fuel per unit of mass or of volume of fuel consumed (kg/kg or kg/m³)

m_C

Masse de vapeur d'eau provenant de la combustion par unité de masse ou de volume de combustible consommé (kg/kg ou kg/m³)

Mass of water vapour arising from the combustion per unit of mass or of volume of fuel consumed (kg/kg or kg/m³)

m_F

Chaleur de vaporisation de l'eau (J/kg)

Vaporization heat of the water (J/kg)

L

Enthalpie massique des produits gazeux de combustion à la température d'évacuation (J/kg)

Enthalpy per unit mass of the gaseous combustion products at discharge temperature (J/kg)

H_G

Enthalpie massique de l'air de combustion à la température ambiante (J/kg)

Enthalpy per unit mass of the combustion air at ambient temperature (J/kg)

H_A

Enthalpie massique de la vapeur d'eau à la température d'évacuation des produits gazeux de combustion (J/kg)

Enthalpy per unit mass of the water vapour at the discharge temperature of the gaseous combustion products (J/kg)

H_{Vf}

Wasserdampfmasse, die pro Massen- oder Volumeneinheit von verbrauchtem Brennstoff in den gasförmigen Verbrennungsprodukten enthalten ist (kg/kg oder kg/m³)

Wasserdampfmasse aus der Verbrennungsluft pro Massen- oder Volumeneinheit von verbrauchtem Brennstoff (kg/kg oder kg/m³)

Wasserdampfmasse aus dem Brennstoff, pro Massen- oder Volumeneinheit von verbrauchtem Brennstoff (kg/kg oder kg/m³)

Wasserdampfmasse aus der Verbrennung, pro Massen- oder Volumeneinheit von verbrauchtem Brennstoff (kg/kg oder kg/m³)

Verdampfungswärme des Wassers (J/kg)

Enthalpie pro Masseneinheit der gasförmigen Verbrennungsprodukte bei ihrer Abzugstemperatur (J/kg)

Enthalpie pro Masseneinheit der Verbrennungsluft bei Umgebungstemperatur (J/kg)

Enthalpie pro Masseneinheit des Wasserdampfes bei der Abzugstemperatur der Verbrennungsprodukte (J/kg)

Enthalpie massique de la
vapeur d'eau à la température
ambiante (J/kg)

Enthalpy per unit mass
of water vapour at
ambient temperature (J/kg) H_{v_a}

5.1.6 Air ambiant

5.1.6 Ambient air

Température de l'air ambiant

Ambient air temperature θ_a

Pression de l'air ambiant (Pa)

Ambient air pressure (Pa) P_a

5.1.7 Temps

5.1.7 Time

Durée de la combustion de
la masse ou volume M de
combustible (s)

Duration of the combustion
of the fuel mass or volume
M (s) t

5.1.8 Parois

5.1.8 Enclosures

Température moyenne des
éléments de surfaces S_j
de l'appareil (°C) *

Mean temperature of the
surface elements S_j of the
unit (°C) * θ_p

5.2 Calcul des éléments
du bilan

5.2 Calculation of the balance
elements

Les résultats sont rapportés
à l'unité de masse de
combustible brut consommé,
ou à l'unité de volume de
combustible consommé dans
le cas des gaz autres que
les gaz de pétrole liquifiés.

The results refer to the
unit of consumed gross fuel
mass, or to the unit of
consumed fuel volume in the
case of gases other than
liquefied petrol gases.

* Voir annexe 1

* See appendix 1

Enthalpie pro Masseneinheit
des Wasserdampfes bei Um-
gebungstemperatur (J/kg)

5.1.6 Umgebungsluft

Umgebungslufttemperatur

Umgebungsluftdruck (Pa)

5.1.7 Zeit

Dauer der Verbrennung der
Masse oder des Volumens M
von Brennstoff (s)

5.1.8 Trennwände

Mittlere Temperatur der
Oberflächenelemente S_j
des Gerätes (°C) *

5.2 Berechnung der Bilanz- elemente

Die Ergebnisse beziehen sich
auf die Masseneinheit von
verbrauchtem Brennstoff, oder
auf die Volumeneinheit von
verbrauchtem Brennstoff bei
anderen Gasen als verflüssigtes
Erdöl.

* Siehe Anhang 1

5.2.1 Calcul de l'excès d'air

5.2.1 Calculation of air excess

$$X_A = \frac{V_{f_n}}{V_A} \cdot \frac{(\text{CO}_2)_n - \text{CO}_2}{\text{CO}_2} \cdot 100$$

5.2.2 Calcul de la masse de vapeur d'eau contenue dans les produits gazeux de combustion

5.2.2 Calculation of the mass of water vapour contained in the gaseous combustion products

$$m = m_A + m_c + m_f$$

Cas des combustibles solides et liquides:

Case of solid and liquid fuels:

$$m_A = 0,622 \rho_A V_A \left(1 + \frac{X_A}{100}\right) \frac{P_V}{P_A}$$

$$m_c = \frac{H_2O}{100}$$

$$m_f = \frac{9H}{100}$$

Cas des combustibles gazeux:

Case of gaseous fuels:

$$m_A = 0,622 \rho_A V_A \left(1 + \frac{X_A}{100}\right) \frac{P_V}{P_A}$$

$$m_c = 0,805 \frac{P_V (\theta_G)}{P_A + P_G - P_V (\theta_G)}$$

$$m_f = \frac{P_{cs} - P_{ci}}{L} = \frac{P_{cs} - P_{ci}}{2,499 \cdot 106}$$

5.2.1 Berechnung des Luftüberschusses

5.2.2 Berechnung der in den gas-
förmigen Verbrennungsprodukten
enthaltenen Wasserdampfmasse

Bei festen und flüssigen
Brennstoffen:

Bei gasförmigen Brennstoffen:

5.2.3 Calcul du volume des produits gazeux secs V_f

Combustibles solides et liquides:

Combustibles gazeux:

5.2.3 Calculation of the volume of dry gaseous products V_f

Solid and liquid fuels:

$$V_f = \frac{C - C_c}{0,536 (CO + CO_2 + CH_4 + 2C_2H_4)}$$

Gaseous fuels:

$$V_f = \frac{V_{CO_2}}{CO_2} \cdot 100$$

5.2.4 Calcul des pertes de chaleur (par kg ou m^3 de combustible consommé)

5.2.4.1 Chaleur sensible des produits gazeux de la combustion

Les pertes de chaleur par les résidus gazeux sont calculées en pondérant les valeurs enregistrées au cours de chaque phase d'essai par rapport au débit de combustible. A défaut, il est toléré de pondérer par rapport au débit des résidus gazeux ou à la puissance thermique utile.

* 12 kg de carbone donnent $22,4 m^3$ de résidus gazeux combustibles, d'où:

C_c est négligeable pour les combustibles liquides.

5.2.4 Calculation of the heat losses (per kg or m^3 of consumed fuel)

5.2.4.1 Sensible heat of the gaseous combustion products

The heat losses through the gaseous residues are calculated by balancing the values recorded during each test phase with respect to the fuel flow. If this is not possible, it is admitted to balance with respect to the flow of gaseous residues or to the useful heat output.

* 12 kg of carbon give $22,4 m^3$ of gaseous inflammable residues whence:

$$\frac{12}{22,4} = 0,536 \text{ kg}/m^3$$

For liquid fuels, C_c may be neglected.

5.2.3 Berechnung des Volumens der V_f
trockenen gasförmigen Produkte

Feste und flüssige Brennstoffe:

Gasförmige Brennstoffe:

5.2.4 Berechnung der Wärmeverluste
(pro kg oder m^3 von ver-
brauchtem Brennstoff)

5.2.4.1 Fühlbare Wärme der gas-
förmigen Verbrennungsprodukte

Die Wärmeverluste durch die gasförmigen Rückstände werden berechnet, indem man die während jeder Prüfphase eingetragenen Werte gegenüber dem Brennstoffbedarf ausgleicht. Anderenfalls kann gegenüber der Menge von gasförmigen Rückständen oder der Nutzwärmeleistung ausgeglichen werden.

-
- * 12 kg Kohlenstoff ergeben $22,4 m^3$ brennbare gasförmige Rückstände, daher:

C_c kann bei flüssigen Brennstoffen vernachlässigt werden.

- Cas des combustibles solides et liquides:

- Case of solid and liquid fuels:

$$q_1 = H_G V_f \rho_f - H_A V_A A \left(1 + \frac{X_A}{100}\right) + (H_{v_f} - H_{v_a}) m \quad (\text{J/kg})$$

- Cas des combustibles gazeux:

- Case of gaseous fuels:

$$q_1 = H_G V_f \rho_f - H_A V_A A \left(1 + \frac{X_A}{100}\right) + (H_{v_f} - H_{v_a}) m + (P_{cs} - P_{ci}) \quad (\text{J/kg})$$

5.2.4.2 Chaleur sensible des résidus solides

5.2.4.2 Sensible heat of the solid residues

$$q_2 = (H_s - H_{sa}) \frac{M_c}{M} \quad (\text{J/kg})$$

La quantité q_2 est généralement négligeable.

The quantity q_2 may normally be neglected.

5.2.4.3 Chaleur latente des produits gazeux de la combustion

5.2.4.3 Latent heat of the combustion products

Combustibles solides et liquides:

Solid and liquid fuels:

Dans le cas général où les fumées contiennent CO , H_2 , CH_4 , C_2H_4 :

In the general case where the flues contain CO , H_2 , CH_4 , C_2H_4 :

$$q_3 = \frac{10^7}{0,536 \times 100} \cdot \frac{(1,28 \cdot \text{CO} + 1,09 \cdot \text{H}_2 + 3,64 \cdot \text{CH}_4 + 6,07 \cdot \text{C}_2\text{H}_4)(C - C_c)}{\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_4} \quad (\text{J/kg})$$

* Dans le cas où la puissance thermique est rapportée au P_{ci} , le terme disparaît.

** C_c est négligeable pour les combustibles liquides.

* If the heat output is referred to the P_{ci} , the expression is deleted.

** For liquid fuels C_c may be neglected.

- Bei festen oder flüssigen
Brennstoffen:

- Bei gasförmigen Brennstoffen:

5.2.4.2 Fühlbare Wärme der festen Rückstände

Die Menge q_2 kann im allgemeinen
vernachlässigt werden.

5.2.4.3 Latente Wärme der gasförmigen Verbrennungsprodukte

Feste und flüssige Brennstoffe:

Im allgemeinen oder wenn die
Rauchgase CO , H_2 , CH_4 , C_2H_4
enthalten:

* Wenn die Wärmeleistung auf P_{ci}
bezogen wird, fällt der Ausdruck
weg.

** C_c kann bei flüssigen Brennstoffen
vernachlässigt werden.

Dans le cas fréquent où les imbrûlés gazeux sont déterminés globalement par combustion avec dosage de l'équivalent en (CO + H₂) à l'aide d'un enregistreur automatique, on admet pour les calculs la répartition:

In the frequent case where the gaseous unburnt products are determined in the bulk through combustion with dosage of the equivalent in (CO + H₂) by means of an automatic recorder, the following is admitted for the distribution calculation:

$$\text{CO} = \frac{2}{3} (\text{CO} + \text{H}_2)$$

$$\text{H}_2 = \frac{1}{3} (\text{CO} + \text{H}_2)$$

et q₃ est alors donné par la relation:

q₃ is then given by the relation:

$$q_3 = \frac{2,30 \cdot 10^7}{100} \cdot \frac{(\text{CO} + \text{H}_2) (C - C_c)}{\text{CO}_2 + \text{CO}} \quad (\text{J/kg})$$

Combustibles gazeux:

Dans le cas général où les fumées contiennent CO, H₂, CH₂, C₂H₄:

Gaseous fuel:

In the general case where the flues contain CO, H₂, CH₂, C₂H₄:

$$q_3 = 10^7 \cdot (1,28 \cdot \text{CO} + 1,09 \cdot \text{H}_2 + 3,64 \cdot \text{CH}_4 + 6,07 \cdot \text{C}_2\text{H}_4) \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{\text{CO}_2} \quad (\text{J/kg})$$

5.2.4.4 Chaleur latente des résidus solides

Pour les combustibles liquides et gazeux, q₄ est généralement négligeable, pour les combustibles solides, q₄ est donné par:

Avec Pci = 3,35 · 10⁷ J/kg pour les combustibles solides.

5.2.4.4 Latent heat of the solid residues

For liquid and gaseous fuel, q₄ may generally be neglected; for solid fuels q₄ is given by:

$$q_4 = \frac{M_c}{M} \cdot \frac{i}{100} \cdot P_{ci} \quad (\text{J/kg})$$

With Pci = 3,35 · 10⁷ J/kg for solid fuels.

In dem häufig vorkommenden Fall, bei dem das gasförmige Unverbrannte global durch Verbrennung und Dosierung der entsprechenden Menge von $(\text{CO} + \text{H}_2)$ unter Verwendung eines automatischen Schreibers bestimmt wird, nimmt man bei der Berechnung die folgende Verteilung an:

q_3 ergibt sich dann aus der Beziehung:

Gasförmige Brennstoffe:

Im allgemeinen oder wenn die Rauchgase CO , H_2 , CH_2 , C_2H_4 enthalten:

5.2.4.4 Latente Wärme der festen Rückstände

Bei flüssigen und gasförmigen Brennstoffen kann q_4 im allgemeinen vernachlässigt werden, bei festen Brennstoffen ergibt sich q_4 aus:

mit $P_{ci} = 3,35 \cdot 10^7$ J/kg für feste Brennstoffe.

5.3 Bilan thermique

Afin d'éviter d'avoir à tenir compte des variations d'enthalpie du matériel, le laboratoire veillera à ce que les températures soient sensiblement les mêmes au débit et à la fin de chaque phase d'essai.

Le bilan thermique comprend:

d'un part, la quantité de chaleur q_F fournie à l'appareil (*):

$q_F = P_{ci}$ J/kg pour les combustibles solides et liquides

$q_F = P_{cs}$ J/kg pour le gaz de pétrole liquéfié

P_{cs} J/m³ pour les autres combustibles gazeux,

d'autre part, les quantités de chaleur perdues, à savoir:

chaleur sensible des résidus gazeux

chaleur sensible des résidus solides

chaleur latente des résidus gazeux

chaleur latente des résidus solides

chaleur cédée à l'ambiance par rayonnement et convection

5.3 Thermal balance

In order to avoid to have to take into account the enthalpy variations of the unit, the laboratory will take care that the temperatures are sensibly the same at the beginning and at the end of each test phase.

The thermal balance comprises:

on the one hand the heat quantity q_F supplied to the unit (*):

$q_F = P_{ci}$ J/kg for solid and liquid fuels

$q_F = P_{cs}$ J/kg for liquefied petrol gases

P_{cs} j/m³ for the other gaseous fuels,

on the other hand the lost heat quantities, namely:

sensible heat of gaseous residues

sensible heat of solid residues ^{q_{1**}}

latent heat of gaseous residues ^{q_2}

latent heat of solid residues ^{q_{3*}}

heat yielded to the environment by radiation and convection ^{q_4}

*) Il n'est pas tenu compte des apports énergétiques autres que le combustible (électricité, etc.) à moins que leur valeur globale équivalente soit supérieure à 0,5% de q_F , auquel cas ces apports sont indiqués en nota à la suite du bilan thermique.

**) Elle peut être évaluée par le laboratoire; elle est en général négligeable.

***) Elle est négligeable dans le cas des combustibles liquides ou gazeux.

The energy supplies other than fuel (electricity etc.) are not taken into account, unless their total equivalent value is greater than 0,5% of q_F . In this latter case these supplies are indicated in a NOTE to the thermal balanced.

It may be determined by the laboratory and it may in general be neglected.

It may be neglected for liquid or gaseous fuels.

5.3 Wärmebilanz

Um eine Berücksichtigung der Enthalpieänderungen des Gerätes zu vermeiden, wird das Laboratorium darauf achten, daß die Temperaturen am Anfang und am Ende jeder Prüfphase merklich die gleichen sind.

Die Wärmebilanz besteht:

einerseits aus der dem Gerät zugeführten Wärmemenge q_F *)

$q_F = P_{ci}$ J/kg bei festen und flüssigen Brennstoffen

$q_F = P_{cs}$ J/kg bei verflüssigtem Erdöl

P_{cs} J/m³ bei den anderen gasförmigen Brennstoffen

andererseits die verlorenen Wärmemengen, nämlich:

fühlbare Wärme der gasförmigen Rückstände

fühlbare Wärme der festen Rückstände

latente Wärme der gasförmigen Rückstände

latente Wärme der festen Rückstände

durch Strahlung und Konvektion an die vom Gerät abgegebene Wärme

-
- *) Die anderen Energieangebote als Brennstoff (Elektrizität usw.) wurden nicht berücksichtigt, außer wenn ihr äquivalenter Gesamtwert größer als 0,5% von q_F war; in diesem letzteren Fall sind diese Angebote in einer Fußnote im Anschluß an die Wärmebilanz angegeben.
 - **) Sie kann vom Laboratorium bestimmt werden und ist im allgemeinen vernachlässigbar.
 - ***) Bei flüssigem oder gasförmigem Brennstoff kann sie vernachlässigt werden.

5.3.1 Puissance calorifique globale Q_g

Dans la méthode indirecte, la valeur Q_g est déterminée par différence.

Cas des combustibles solides:

5.3.1 Total heat output Q_g

In the indirect method, the Q_g value is determined by difference.

Case of solid fuels:

$$Q_g = \frac{M}{t} \left[P_{ci} - (q_1 + q_3 + q_4) \right] \quad (W)$$

Cas des combustibles liquides:

Case of liquid fuels:

$$Q_g = \frac{M}{t} \left[P_{cl} - (q_1 + q_3) \right] \quad (W)$$

Cas des combustibles gazeux:

Case of gaseous fuels:

$$Q_g = \frac{M}{t} \left[P_{cg} - (q_1 + q_3) \right] \quad (W)$$

5.3.2 Rendement calorifique global η_g

5.3.2 Efficiency η_g

$$\eta_g = \frac{Q_g}{q_F} \cdot \frac{t}{M}$$

5.3.3 Evaluation de la puissance calorifique utile (aéroulque) et du rendement calorifique utile (aéroulque) Q_u η_u

La puissance calorifique utile Q_u peut être calculée d'une manière approchée en évaluant la quantité de chaleur q_5 cédée à l'ambiance par rayonnement et par convection *)

on en déduit:

5.3.3 Determination of the (air handling) useful heat output and of the (air handling) efficiency Q_u η_u

The useful heat output Q_u may be calculated in an approached manner by determining the quantity of heat q_5 yielded to the environment by radiation and by convection *)

$$Q_u = Q_g - \frac{M}{t} q_5 \quad (W)$$

whence we infer:

$$\eta_u = \frac{Q_u}{q_F} \cdot \frac{t}{M}$$

*) q_5 peut être calculée d'une manière approchée par la formule donnée à l'annexe 1.

*) q_5 may be calculated in an approached manner by the formula given in appendix 1.

5.3.1 Gesamtwärmeleistung Q_g

Bei dem indirekten Verfahren wird der Q_g Wert durch Unterschied bestimmt.

Bei festen Brennstoffen:

Bei flüssigen Brennstoffen:

Bei gasförmigen Brennstoffen:

5.3.2 Gesamtwärmewirkungsgrad η_g

5.3.3 Bestimmung der (lufttechnischen) Nutzwärmeleistung Q_u und des (lufttechnischen) Nutzwärmewirkungsgrades η_u

Die Nutzwärmeleistung Q_u kann in ähnlicher Weise berechnet werden, indem man die durch Strahlung oder Konvektion an die Umgebung abgegebene Wärmemenge q_5 bestimmt *)

daraus folgert:

*) q_5 kann näherungsweise durch die im Anhang 1 angegebene Formel berechnet werden.

A N N E X E 1

CHALEUR CEDEE A L'AMBIANCE
PAR LES PAROIS q_5

C'est la somme des émission directes des surfaces élémentaires.

Les parois extérieures de l'appareil sont décomposées en surfaces élémentaires S_j ; la température moyenne θ_{pj} de chaque surface élémentaire est mesurée.

La température ambiante θ_a est mesurée à une distance suffisante de l'appareil pour ne pas être affectée par les mouvements de convection engendrés par celui-ci.

On utilise les relations suivantes:

Pertes par convections

avec:

$$h = 2,15 \text{ kcal/h.m}^2 \text{ (}^\circ\text{C)}^{\frac{5}{4}} = 2,49 \text{ W/m}^2 \text{ (}^\circ\text{C)}^{\frac{5}{4}}$$

Pertes par rayonnement

$$= 4,0 \left[\left(\frac{\theta_{pj} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_a + 273}{100} \right)^4 \right] \text{ (kcal/h.m}^2\text{)}$$

$$= 4,64 \left[\left(\frac{\theta_{pj} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_a + 273}{100} \right)^4 \right] \text{ (W/m}^2\text{)}$$

d'où

$$q_5 = \frac{t}{M} \cdot \sum_j S_j \left\{ h (\theta_{pj} - \theta_a)^{\frac{5}{4}} + 4,64 \left[\left(\frac{\theta_{pj} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_a + 273}{100} \right)^4 \right] \right\}$$

ou
(J/kg or J/m³)
oder

A P P E N D I X 1

HEAT YIELDED TO THE ENVIRONMENT
THROUGH THE ENCLOSURES q_5

It is the sum of the direct emissions of the surface elements.

The outer unit enclosures are split up in surface elements S_j ; the mean temperature θ_{pj} of each surface element is measured.

The ambient temperature θ_a is measured at a sufficient distance from the unit, so that it is not affected by the convection movements produced by the machine.

The following relations are used:

Losses due to convection

$$= h (\theta_{pj} - \theta_a)^{\frac{5}{4}}$$

with:

$$h = 2,15 \text{ kcal/h.m}^2 \text{ (}^\circ\text{C)}^{\frac{5}{4}} = 2,49 \text{ W/m}^2 \text{ (}^\circ\text{C)}^{\frac{5}{4}}$$

Losses due to radiation

$$= 4,0 \left[\left(\frac{\theta_{pj} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_a + 273}{100} \right)^4 \right] \text{ (kcal/h.m}^2\text{)}$$

$$= 4,64 \left[\left(\frac{\theta_{pj} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_a + 273}{100} \right)^4 \right] \text{ (W/m}^2\text{)}$$

whence

$$q_5 = \frac{t}{M} \cdot \sum_j S_j \left\{ h (\theta_{pj} - \theta_a)^{\frac{5}{4}} + 4,64 \left[\left(\frac{\theta_{pj} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_a + 273}{100} \right)^4 \right] \right\}$$

A N H A N G 1

DURCH DIE TRENNWÄNDE AN DIE
UMGEBUNG ABGEGEBENE WÄRME q_5

Sie ist die Summe der direkten
Ausstrahlungen der Oberflächenelemente.

Die Außenwände des Gerätes werden in
Flächenelemente S_j zerlegt, und man
mißt die mittlere Temperatur θ_{pj}
jedes Flächenelements.

Die Umgebungstemperatur θ_a wird in
ausreichender Entfernung vom Gerät
gemessen, um eine Beeinflussung durch
die von ihm verursachten Konvektions-
bewegungen zu vermeiden.

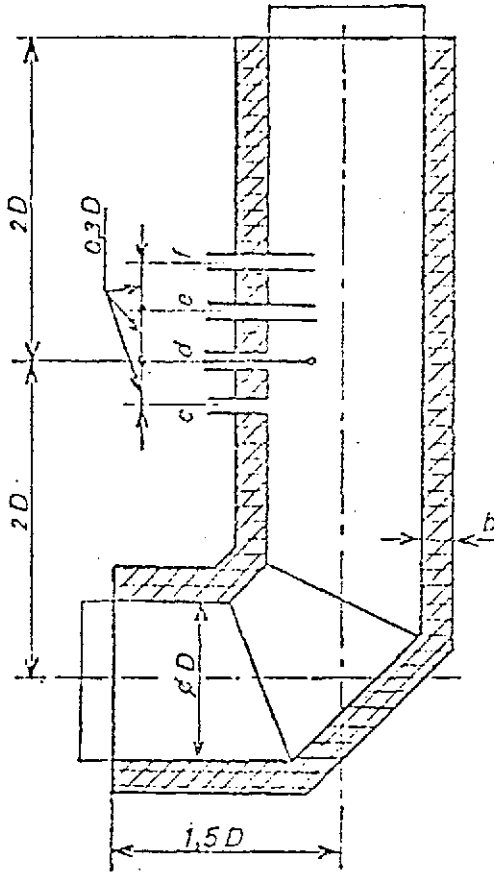
Folgende Beziehungen werden verwendet:

Verluste durch Konvektion

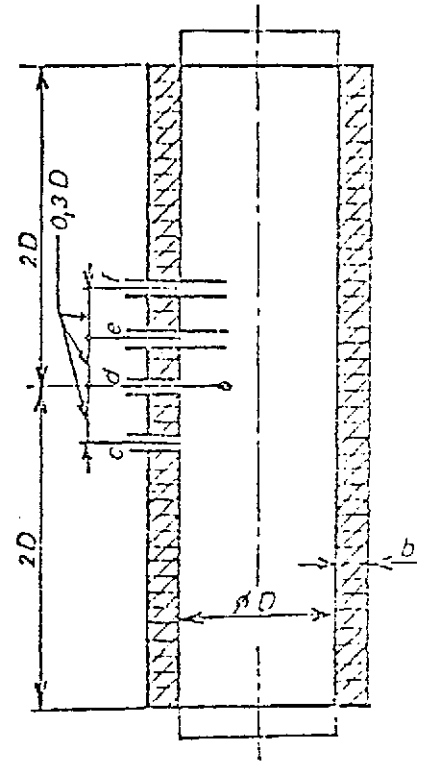
mit:

Verluste durch Strahlung

daher:



pour buse horizontale
for horizontal nozzle
für horizontale Düse

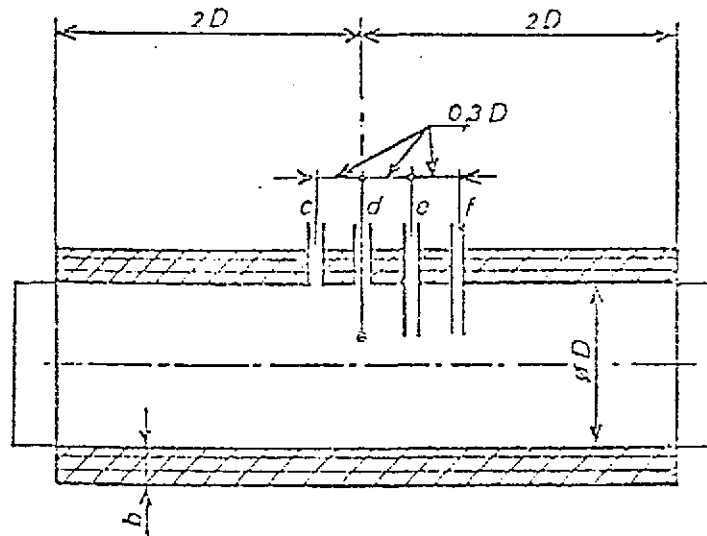


pour buse verticale
for vertical nozzle
für vertikale Düse

Fig. 1 Manchettes verticales de raccordement pour la mesure des gaz de combustion

Fig. 1 Vertical connection sleeves for measuring the combustion gases

Bild 1 Vertikale Anschlüsse zur Verbrennungsgas-Messung



- | | | |
|--|--|---|
| b) Calorifuge | b) Heat insulation | b) Wärmedämmung |
| c) Sonde pour mesure du tirage | c) Draught measuring probe | c) Sonde zur Zugmessung |
| d) Sonde pour mesure de la température | d) Temperature measuring probe | d) Sonde zur Temperaturmessung |
| e) Sonde de prélèvement pour l'analyse des gaz de combustion | e) Sampling probe for analysis of the combustion gases | e) Entnahmesonde für die Verbrennungsgasanalyse |
| f) Sonde pour mesure de l'indice de noircissement | f) Smoke index measuring probe | f) Sonde zur Messung der Schwärzungszahl |

Fig. 2 Manchette horizontale de raccordement pour la mesure des gaz de combustion

Fig. 2 Horizontal connection sleeve for measuring the combustion gases

Bild 2 Horizontaler Anschluß zur Verbrennungsgas-Messung

1	Thermomètre ou Thermocouple avec écran	Thermometer or Thermocouple with screen	Thermometer oder Thermo- element mit Schutzblech
2	Diaphragme permettant d'ajuster le diamètre ϕ_2 de la cheminée de 5 m, au diamètre ϕ_1 de la cheminée de 0,5 m	Orifice plate used to adapt the diameter ϕ_2 of the 5 m chimney to the diameter ϕ_1 of the 0,50 m chimney	Blende zur Anpassung des Durchmessers ϕ_2 des 5 m Kamins auf den Durch- messer ϕ_1 des 0,5 m Kamins
3	Tube de prise de gaz de combustion (tube laiton 10-1)	Combustion gas sampling tube (brass tube 10-1)	Verbrennungsgas-Ent- nahmerohr (Messingrohr 10-1)
4	Thermomètre ou Thermocouple avec écran	Thermometer or Thermocouple with screen	Thermometer oder Thermo- element mit Schutzblec.
5	Buse de l'appareil	Nozzle of the unit	Gerätedüse
6	Cheminée de 0,50 m	0,50 m chimney	0,5 m Kamin
7	Cheminée dite de 5 m	so-called 5 m chimney	sogenannter 5 m Kamin
ϕ_1	= Diamètre de la buse d'évacuation du générateur pulseur d'air chaud	Diameter of the discharge nozzle of the fanned warm air generator	Durchmesser der Abgasdüse des Heißluftgenerators
ϕ_2	= { 190 pour les générateurs de puissance inférieure à 24 th/h	190 for the generators whose output is lower than 24 th/h	190 für Generatoren mit einer Leistung von weniger als 24 th/h
	{ 225 pour les générateurs de puissance supérieure ou égale à 24 th/h	225 for the generators whose output is equal to or higher than 24 th/h	225 für Generatoren, deren Leistung größer oder gleich 24 th/h ist

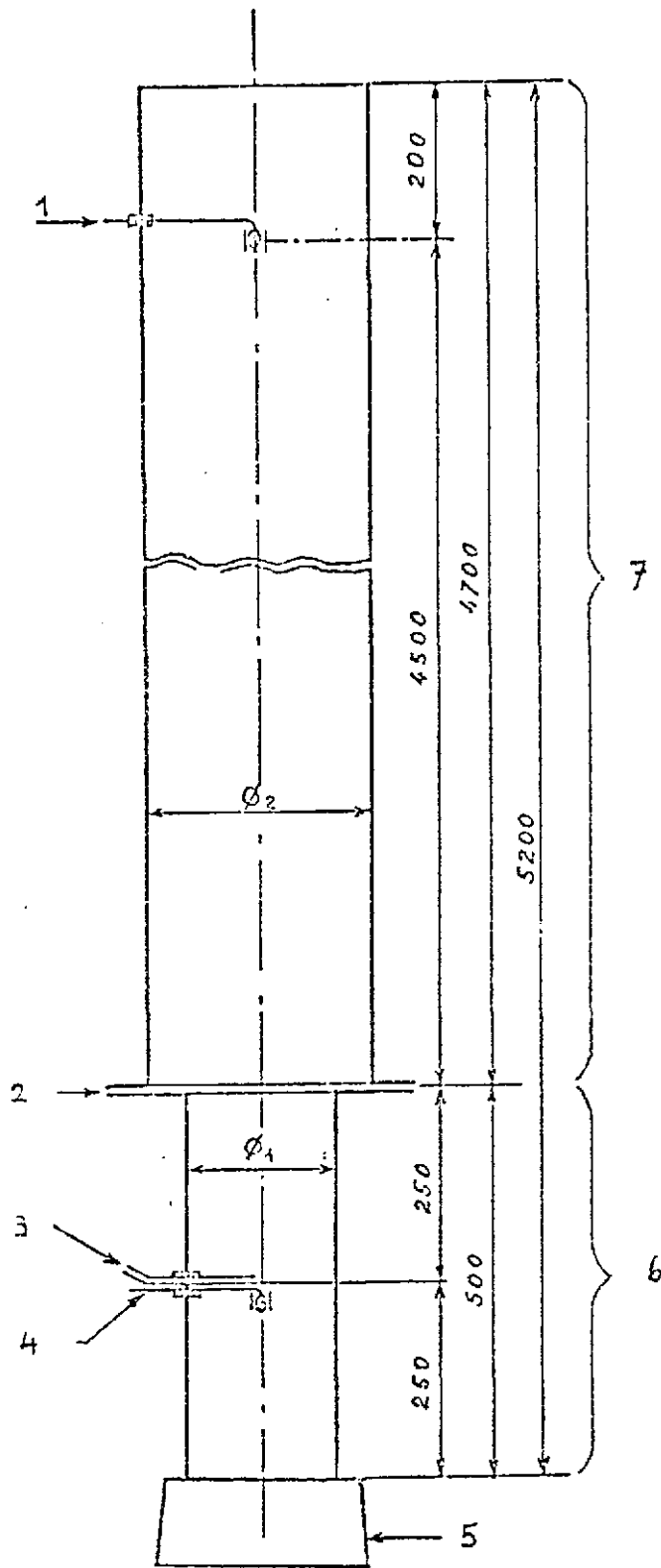


Fig. 3 Cheminées de 0,50 m et de 5 m (Dimensions en millimètres)

Fig. 3 0,50 m and 5 m chimneys (Dimensions in mm)

Bild 3 0,50 m und 5 m Kamine (Abmessungen in mm)

EUROPEAN COMMITTEE OF AIR HANDLING AND AIR CONDITIONING EQUIPMENT MANUFACTURERS
 COMITE EUROPEEN DES CONSTRUCTEURS DE MATERIEL AERAILIQUE
 EUROPÄISCHES KOMITEE DER HERSTELLER VON LUFTTECHNISCHEN UND TROCK UNGS-ANLAGEN

- | | | |
|-----------|--|--|
| A | FMSO
Postfach 430
1045 VIENNA 4
AUSTRIA | Tel. 43 2/ 22 650 53440
Fax 43 2/ 22 505 1020 |
| B | FABRIMETAL
21 Rue des Drapiers
B-1050 BRUXELLES
BELGIUM | 32 2/ 510 2311
32 2/ 510 2301 |
| CH | VSHL
Postfach 73
CH-8024 ZURICH
SWITZERLAND | 41 11/ 251 9569
41 11/ 252 9231 |
| D | VDMA
Postfach 71.08.64
D-6000 FRANKFURT /M 71
GERMANY | 49 69/ 66 03 227
49 69/ 66 03 511 |
| DK | FAV
Norre Voldgade 34
DK-1787 COPENHAGEN
DENMARK | 45 / 3377 3377
45 / 3377 3410 |
| E | AFEC
Francisco Silvela 69-1°
28028 MADRID
SPAIN | 34 1/ 402 73 83
34 1/ 402 76 38 |
| SF | AFMAHE
Eteläranta 10
SF-00130 HELSINKI
FINLAND | 358 0/ 192 3377
358 0/ 624 462 |
| F | SYNDICAT DE L'AERAILIQUE
Cédex 72
92308 PARIS LA DEFENSE
FRANCE | 33 1/ 47 17 6292
33 1/ 47 17 6427 |
| GB | HEVAC
Sterling House
6, Furlong Road, Bourne End
BUCKS SL8 5DG
UNITED KINGDOM | 44/ 628 531 186/7
44/ 628 810 423 |

<i>I</i>	<i>ANIMA</i> Via Battistotti Sassi 11 20133 MILAN ITALY	Tel. 39 2/ 7397 1 Fax 39 2/ 7397 316
<i>N</i>	<i>NVEF</i> Kongengt. 4 Postboks 850 Sentrum N-0104 OSLO 1 NORWAY	47 22/ 25 1710 47 22/ 25 0242
<i>NL</i>	<i>VLA</i> Postbus 190 NL-2700 AD ZOETERMEER NETHERLANDS	31 79/ 531 100 31 79/ 531 365
<i>S</i>	<i>SWEDISH ASSOCIATION OF AIR HANDLING INDUSTRIES</i> Box 17537 S-118 91 STOCKHOLM SWEDEN	46 8/ 616 0400 46 8/ 668 1180
<i>P</i>	<i>APIRAC</i> Rua do Alecrim, 53-2º 1200 LISBON PORTUGAL	351/ 1 347 4574 351/ 1 347 4576