



Herausgeber und Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH

Amsterdamer Str. 172-174

50735 Köln

Telefon: (0221) 77 66 0; Fax: (0221) 77 66 341

Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

## **VdS-Richtlinien für Bauteile von Inertgas- Feuerlöschanlagen**

# **Düsen**

## **Anforderungen und Prüfmethode**

**VdS CEA 4016 : 1997-07**

Diese Spezifikationen wurden mit dem Ziel erarbeitet, die Voraussetzungen für einen europaweit einheitlichen hohen Personen- und Sachwertschutz sicherzustellen. Die Mitgliedsverbände des CEA haben sich darauf verständigt, diese Spezifikationen zu übernehmen und entgegenstehende eigene Spezifikationen zurückzuziehen. Durch das ausdrückliche Endorsement des European Fire and Security Advisory Council (EFSAC) wird attestiert, daß diese Spezifikationen den Stand der Technik dokumentieren.

Das **COMITÉ EUROPÉEN DES ASSURANCES (CEA)**, im Jahre 1953 gegründet, ist der Dachverband der Versicherungsunternehmen in den Ländern Europas mit marktwirtschaftlichen Wirtschaftssystemen.

Seine Ziele sind:

- die europäischen Versicherer zur Förderung, Verteidigung und Veranschaulichung ihrer Ansichten in internationalen Gremien zu vertreten,
- Informationen und Erfahrungen zwischen den einzelnen Märkten auszutauschen
- und, im allgemeinen, die Ansichten der europäischen Versicherer über wirtschaftliche und soziale Themen zum Ausdruck zu bringen.

In der Schadenverhütung hat sich das CEA zur Aufgabe gemacht, die Erkenntnisse der Versicherer aus Schadenerfahrung und Schadenforschung den hieran interessierten europäischen Kreisen zugänglich zu machen und in Form von CEA-Publikationen für die allgemeine Verwendung zur Verfügung zu stellen.

Die Mitglieder des Fire/Theft Committee des CEA sind:

- ANIA - Section Technique Incendie (Italien)
- APSAD Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages (Frankreich)
- Associacao Portuguesa de Seguros (Portugal)
- Association des Compagnies d'Assurances (Luxemburg)
- Association of Insurance Companies (Malta)
- Association Suisse des Assurances de Choses (Schweiz)
- British Insurers' International Committee (Vereinigtes Königreich)
- Česká asociace pojistoven (Tschechische Republik)
- Comité Hellenique de l'Assurance Européenne (Griechenland)
- Dansk Forening For Skadesforsikring (Dänemark)
- Federation of Finish Insurance Companies (Finnland)
- MABISZ - Magyar Biztosítók Szövetsége (Ungarn)
- Norges Forsikringsforbund (Norwegen)
- Polska Izba Ubezpieczen (Polen)
- Sigorta ve Reasürnas Sirketleri Birligi (Türkei)
- Slovenska asociacia poistovni (Slovakien)
- Swedish Insurance Federation (Schweden)
- UNESPA (Spanien)
- UPEA - Division Incendie et Assurances de Choses (Belgien)
- VdS Schadenverhütung (Deutschland)
- Verband der Versicherungsunternehmungen Österreichs - Feuer (Österreich)
- Verbond van Verzekeraas (Niederlande)

Das **EUROPEAN FIRE AND SECURITY ADVISORY COUNCIL (EFSAC)** repräsentiert diejenigen Organisationen, die ein vitales Interesse an einer wirkungsvollen Brandschutz- und Sicherungstechnik haben und Verbraucher, Hersteller, Errichter, Lieferanten, Behörden und Versicherer vertreten.

EFSAC-Mitglieder sind:

- ARGE: European Federation of Associations of Lock and Builders Hardware Manufactures
- CEA: Comité Européen des Assurances, Fire/Theft Committee
- CFPA Europe: Confederation of Fire Protection Associations Europe
- EDSF: European Door and Shutter Federation
- EURALARM: Association of European Manufactures of Fire and Intruder Systems
- EUROFEU: European Committee of the Manufactures of Fire Protection and Safety Equipment and Fire-Fighting Vehicles
- EUROSAFE: European Committee of Safe Manufactures

## Inhalt

|          |                                     |          |
|----------|-------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Anwendungsbereich .....</b>      | <b>4</b> |
| <b>2</b> | <b>Normative Verweisungen.....</b>  | <b>4</b> |
| <b>3</b> | <b>Definitionen .....</b>           | <b>4</b> |
| <b>4</b> | <b>Anforderungen.....</b>           | <b>5</b> |
| 4.1      | Material .....                      | 5        |
| 4.2      | Verbindungsgewinde .....            | 5        |
| 4.3      | Düsen-Öffnungsquerschnitt.....      | 5        |
| 4.4      | Düsen-Schutzkappen .....            | 5        |
| 4.5      | Leistungscharakteristik.....        | 6        |
| 4.6      | Austragsform .....                  | 6        |
| 4.7      | Druck- und Wärmebeständigkeit.....  | 6        |
| 4.8      | Korrosion .....                     | 6        |
| 4.9      | Spannungsriß-Korrosion.....         | 6        |
| 4.10     | Vibrationsbeständigkeit .....       | 6        |
| 4.11     | Schlagbelastung .....               | 6        |
| 4.12     | Kennzeichnung.....                  | 6        |
| 4.13     | Dokumentation .....                 | 7        |
| <b>5</b> | <b>Prüfmethoden.....</b>            | <b>7</b> |
| 5.1      | Prüfbedingungen .....               | 7        |
| 5.2      | Prüfmuster und Prüfreihefolge ..... | 8        |
| 5.3      | Übereinstimmung .....               | 9        |
| 5.4      | Austragsform .....                  | 9        |
| 5.5      | Leistungscharakteristik.....        | 10       |
| 5.6      | Druck- und Wärmebeständigkeit.....  | 11       |
| 5.7      | Düsen-Schutzkappen .....            | 11       |
| 5.8      | Korrosionsprüfungen .....           | 12       |
| 5.9      | Spannungsriß-Korrosion.....         | 12       |
| 5.10     | Vibrationsbeständigkeit .....       | 12       |
| 5.11     | Schlagprüfung .....                 | 13       |

# 1 Anwendungsbereich

Diese CEA-Spezifikationen legen Anforderungen und Prüfmethode für Raumschutz-Düsen fest, die das gasförmige Löschmittel in einen Schutzbereich einbringen. Die Konstruktion der Düsen hat einen Einfluß auf die Ausströmrates, die Austragsform der Düse und auf den Druckabfall im Rohrnetz.

Diese Spezifikationen sollten nur als Anleitung für die Prüfung von Düsen verwendet werden, die nach anderen Prinzipien arbeiten.

Alle Druckangaben in diesen CEA-Spezifikationen werden, wenn nichts anderes genannt ist, als Überdruck in bar angegeben.

# 2 Normative Verweisungen

Diese CEA-Spezifikationen enthalten durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu diesen Spezifikationen, falls sie in diesen durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

- CEA-Spezifikationen für Inert Gas- Systeme - Planung und Installation (CEA-Spezifikationen für Inertgas-Feuerlöschanlagen - Planung und Einbau)

# 3 Definitionen

Für diese CEA-Spezifikationen finden folgende Definitionen Anwendung:

- 3.1 Querschnitt:** Gesamtfläche aller kleinsten geometrischen Einzelflächen.
- 3.2 Systemdruck:** Druck im Behälter bei 15 °C.
- 3.3 Verteilmuster:** Raum, in dem das gasförmige Löschmittel gleichmäßig von einer Düse verteilt wird.
- 3.4 Leistungscharakteristik:** Massenstrom des gasförmigen Löschmittels im Verhältnis zur Zeit.
- 3.5 Filter:** Ein Bauteil, welches Verstopfungen an Düsen mit kleinen Öffnungen verhindern soll.
- 3.6 Funktionssicherheit:** Fähigkeit, Funktionen unter verschiedenen Arbeitsbedingungen auszuführen.
- 3.7 Düse:** Ein Bauteil, welches gasförmiges Löschmittel mit einer vorbestimmten Leistungscharakteristik und einer gleichförmigen Austragsform in oder auf einen Schutzbereich strömen läßt.
- 3.8 Düsenschutz:** Ein Bauteil, das Düsen gegen äußere Verschmutzung schützt.

**3.9 Betriebssicherheit:** Widerstand gegen Verschleiß.

**3.10 Raumschutzdüse:** Eine Düse, von der aus gasförmiges Löschmittel zur Verteilung innerhalb eines abgeschlossenen Bereichs ausströmt.

**3.11 Prüfmuster:** Bauteil oder -gruppe, das/die zu prüfen ist.

**3.12 Betriebsdruck:** Maximal möglicher Druck im Bauteil.

## 4 Anforderungen

### 4.1 Material

Die Düse und ihre inneren Teile müssen aus Metall hergestellt sein.

Die Materialien müssen widerstandsfähig sein gegenüber den Stoffen, mit denen sie in Berührung kommen.

Die Funktionsfähigkeit der Düse darf nicht nachteilig durch Alterung oder Umwelteinflüsse beeinträchtigt werden.

### 4.2 Verbindungsgewinde

Verbindungsgewinde müssen Europäischen Normen, Europäischen Nationalen Normen oder ISO-Normen entsprechen.

### 4.3 Düsen-Öffnungsquerschnitt

Die kleinste Öffnung einer jeden Düsen-Ausström-Öffnung darf nicht weniger als 1 mm betragen.

Düsen mit Ausström-Öffnungen  $\geq 3$  mm dürfen nicht mit einem Filter versehen werden. Düsen mit Ausström-Öffnungen  $< 3$  mm müssen mit einem Filter versehen sein.

Das Filter muß aus nichtrostendem Metall hergestellt sein. Die uneingeschränkte Filteroberfläche muß mindestens dem 5-fachen Düsenquerschnitt betragen. Die Maschenweite des Filters muß, gemessen in der Ebene der Öffnung, zwischen 0,5 mm und 0,8 mm betragen.

### 4.4 Düsen-Schutzkappen

Wenn eine Düsenöffnung gegen äußeren Schmutz mit einer Kappe oder einer ähnlichen Abdeckung geschützt wird, muß diese Kappe von dem vollen Öffnungsquerschnitt bei Drücken zwischen 0,1 bar und 3 bar gemäß der Prüfung nach Abschnitt 5.7 abspringen. Die Kappe darf nicht die Löschmittelverteilung beeinflussen.

**Anmerkung:** Die Konstruktion des Düsenschutzes sollte die Bildung von Schichten, z. B. durch Farbanstriche, die die ordnungsgemäße Öffnung beträchtlich behindern könnten, verhindern.

#### **4.5 Leistungscharakteristik**

Der Hersteller muß eine Formel angeben, die die Leistungscharakteristik der Düse in kg Löschmittel pro Sekunde in einem Druckbereich zwischen 2 bar und dem Betriebsdruck und einem Temperaturbereich von  $-50\text{ °C}$  bis  $30\text{ °C}$  beschreibt.

Wo Filter benutzt werden, müssen diese bei der Bestimmung der Leistungscharakteristik berücksichtigt werden.

Die Leistungs-Kenndaten müssen, wie in Abschnitt 5.5 beschrieben, geprüft werden.

#### **4.6 Austragsform**

Die Verteilung des gasförmigen Löschmittels muß gemäß Abschnitt 5.4 geprüft werden.

#### **4.7 Druck- und Wärmebeständigkeit**

Die Löschdüsen müssen dem Betriebsdruck bei einer Temperatur von  $600\text{ °C}$  standhalten.

Nach der Prüfung der Druck- und Wärmebeständigkeit gemäß Abschnitt 5.6 dürfen die Düsen keine Anzeichen der Ermüdung aufweisen, die die einwandfreie Funktion beeinträchtigen könnte.

#### **4.8 Korrosion**

Die Leistung der Düsen darf nicht nachteilig durch die in Abschnitt 5.8 beschriebene Korrosionsprüfung beeinträchtigt werden.

#### **4.9 Spannungsriß-Korrosion**

Kein in den Düsen verwendetes Teil bestehend aus Kupferlegierungen darf während der Prüfung gemäß Abschnitt 5.9 reißen.

#### **4.10 Vibrationsbeständigkeit**

Düsen, die aus mehreren Teilen zusammen gesetzt sind, dürfen nicht durch die in Abschnitt 5.10 beschriebene Prüfung beschädigt werden.

#### **4.11 Schlagbelastung**

Die Düse darf nach der Prüfung gemäß Abschnitt 5.11 keine Anzeichen der Beschädigung aufweisen, die die ordnungsgemäße Funktion beeinträchtigen könnte.

#### **4.12 Kennzeichnung**

**4.12.1** Düsen müssen mit den folgenden Angaben gekennzeichnet werden:

- a) Angaben, die von europäischen oder nationalen Normen verlangt werden,
- b) Name oder Kennzeichen des Herstellers oder des Lieferanten,
- c) Typenbezeichnung oder Größe,
- d) maximaler Betriebsdruck,

- e) Serien- oder Chargennummer,

**4.12.2** Die Kennzeichnungen müssen unverlierbar, nichtbrennbar, dauerhaft und gut lesbar sein.

## **4.13 Dokumentation**

**4.13.1** Der Hersteller muß eine Dokumentation erstellen und pflegen, die die Installation, Funktion, regelmäßige Wartung und Prüfung der Düse sowie alle anderen Aspekte, die die Installation in die Feuerlöschanlage betreffen, festlegt.

Die Dokumentation muß dem Prüflabor übergeben werden und mindestens folgendes enthalten:

- a) eine allgemeine Beschreibung der Einrichtung mit einer Liste aller Merkmale und Funktionen
- b) eine technische Beschreibung einschließlich
  - des Betriebsdrucks
  - den verschiedenen Umgebungsbedingungen, für die die Einrichtung geeignet ist
  - den Einbauanweisungen
- c) Wartungsanweisungen

**4.13.3** Der Hersteller muß eine detaillierte Beschreibung der mechanischen Gesamtkonstruktion erstellen, pflegen und dem Prüflabor übergeben, die folgende Angaben enthält:

- Hauptbestandteile des Ventils und dessen Aufgaben
- wie diese Teile zusammenwirken
- Stücklisten
- Übersichtspläne
- Konstruktionszeichnungen
- spezielle Informationen über Fertigungsdetails, die Einfluß auf die Strömungseigenschaften haben (z. B. Eintrittsöffnung der Lochplatten)

Diese Beschreibungen müssen ebenfalls herstellerspezifische Einzelheiten der Teile enthalten.

**4.13.4** Jede Dokumentation, die vom Hersteller erstellt und für den Endbenutzer bestimmt ist, muß mit der Lieferung übergeben werden und stellt einen Teil der Lieferung dar.

# **5 Prüfmethoden**

## **5.1 Prüfbedingungen**

Die Bauteile müssen zur Prüfung gemäß der technischen Beschreibung zusammengebaut sein. Die Prüfungen werden bei einer Temperatur von  $(25 \pm 10) \text{ °C}$  durchgeführt, es sei denn, es ist eine abweichende Temperatur für einzelne Prüfungen angegeben.

## 5.2 Prüfmuster und Prüfreiherfolge

Wenn ein Düsentyp geprüft, der nur in einer Größe hergestellt wird, sind 4 Prüfmuster A, B, C, D notwendig. Die Prüfreiherfolge zeigt Tabelle 1.

| Prüfung                           | Prüfmuster |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|---|---|---|
|                                   | A          | B | C | D |
| 5.3 Übereinstimmung               | 1          | 1 | 1 | 1 |
| 5.4 Austragsform                  |            |   | 2 |   |
| 5.5 Leistungscharakteristik       | 2/4        |   |   |   |
| 5.6 Druck- und Wärmebeständigkeit |            | 2 |   |   |
| 5.7 Düsen-Schutzkappen            |            |   |   | 2 |
| 5.8 Korrosionsprüfungen           | 3          |   |   |   |
| 5.9 Spannungsriß-Korrosion        |            |   |   | 3 |
| 5.10 Vibrationsbeständigkeit      |            |   | 3 |   |
| 5.11 Schlagprüfung                |            |   | 4 |   |

**Tabelle 1:** Prüfreiherfolge für Ein-Größen-Düsen

Wenn eine Düsenserie gleicher Konstruktion geprüft wird, werden 3 Prüfmuster A, B, C unterschiedlicher Größen 1, 2, 3 (untere, mittlere und oberes Ende der Reihe) sowie jeweils ein (maximal 5) Prüfmuster der restlichen Größen benötigt. Die Prüfreiherfolge zeigt Tabelle 2.



| Prüfungen   | Prüfmuster     |     |                |                |        |
|---|----------------|-----|----------------|----------------|--------|
|   | A1             | B1  | A2             | A3             | andere |
| 5.3 Übereinstimmung   | 1              | 1   | 1              | 1              | 1      |
| 5.4 Austragsform  | 2 <sup>†</sup> |     | 3 <sup>†</sup> | 3 <sup>†</sup> |        |
| 5.5 Leistungscharakteristik   |                | 3/5 | 2              | 2              |        |
| 5.6 Druck- und Wärmebeständigkeit   |                |     |                | 4              |        |
| 5.7 Düsen-Schutzkappen  |                | 2   |                |                |        |
| 5.8 Korrosionsprüfungen   |                | 4   |                |                |        |
| 5.9 Spannungsriß-Korrosion  | 3              |     |                |                |        |
| 5.10 Vibrationsbeständigkeit  |                |     | 4              |                |        |
| 5.11 Schlagprüfung  |                |     | 5              |                |        |
| <sup>†</sup> Es wird nur eine Düsengröße entsprechend dem Verhältnis zum Volumen des Prüfraums ausgewählt (siehe Abschnitt 5.4) |                |     |                |                |        |

**Tabelle 2:** Prüfreihefolge für Düsen-Serien

### 5.3 Übereinstimmung

Durch eine Sichtprüfung und Maßkontrolle wird festgestellt, ob die Prüfmuster mit den Angaben in der technischen Dokumentation (Zeichnungen, Stücklisten, Funktionsbeschreibungen und Einbaueinweisungen) übereinstimmen und diesen Spezifikationen entsprechen.

### 5.4 Austragsform

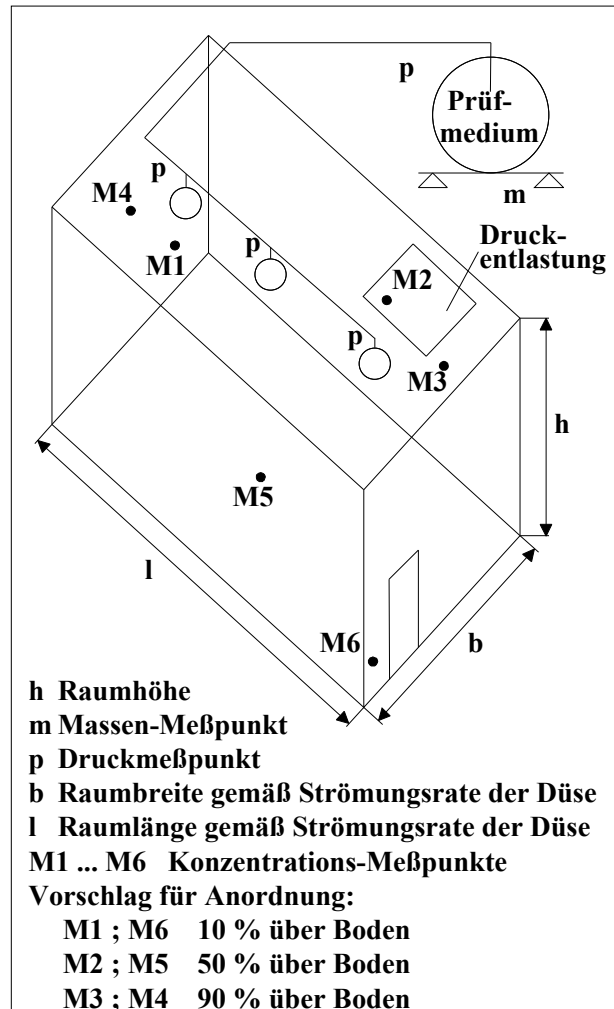
Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.6.

Um die Austragsformen mit einer oder mehreren Düsen in einem Prüfraum zu prüfen, müssen die folgenden Prüfbedingungen eingerichtet werden:

- a) Relative Luftfeuchtigkeit im Prüfraum:  $(60 \pm 5) \%$
- b) Prüfmedium: das Löschmittel
- c) Flutungsmasse: eine Masse, die eine Sauerstoffreduktion von 20,8 Vol-% auf  $(13 \pm 1) \text{ Vol-}\%$  im Prüfraum bewirkt
- d) Startdruck im Versorgungsbehälter: Systemdruck der Anlage  $-5/+0 \text{ bar}$ , jedoch maximal 50 bar
- e) Druck an den Düsen während der Prüfung: im Bereich von 50 % bis 75 % des Drucks im Versorgungsbehälters

- f) Flutungszeit:  $(60 \pm 5)$  s  
 g) Versorgungsmasse: maximal 120 % der Flutungsmasse

Sauerstoff-Konzentrationsmessungen sind auszuführen, um festzustellen, ob das Prüfgas gleichmäßig in dem von der (den) Düse(n) abgedeckten Volumen verteilt wird. Die Abweichung der einzelnen Meßstellen untereinander darf höchstens 0,7 Vol-% Sauerstoff ( $60 \pm 10$ ) s nach Ende der Flutung betragen. Den Prüfaufbau zeigt Abbildung 1. Die Druckentlastungsöffnung muß nach der Flutung geschlossen sein.



**Abbildung 1:** Prüfaufbau für Raumschutzdüsen

## 5.5 Leistungscharakteristik

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.5.

Es wird überprüft, ob die Prüfmuster die vom Hersteller angegebene Leistungscharakteristik erfüllen. Die Abweichungen dürfen nicht mehr als 10 % betragen. Den Prüfaufbau zeigt Abbildung 2.

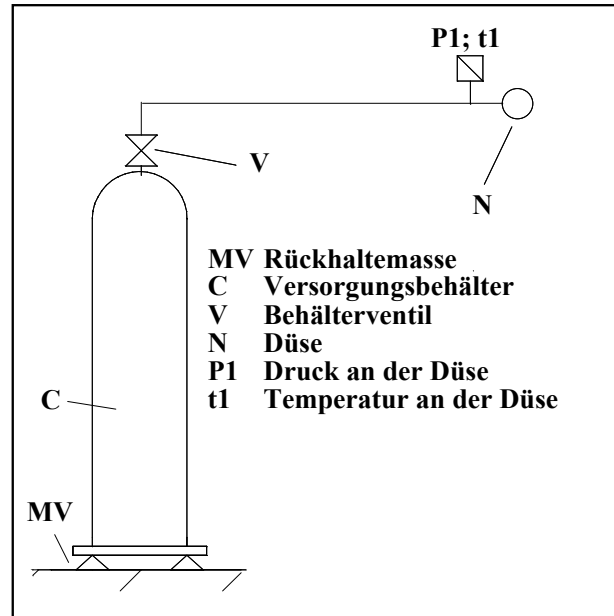


Abbildung 2: Prüfaufbau zur Prüfung der Leistungscharakteristik

## 5.6 Druck- und Wärmebeständigkeit

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.7.

Eine Düse wird mit einem Prüfbehälter verbunden, der den Betriebsdruck der Düsen liefert. Die in einem Ofen befindliche Düse wird für  $(10 +2/-0)$  min einer Temperatur von  $(600 \pm 30) ^\circ\text{C}$  ausgesetzt. Dann wird für mindestens 10 s Stickstoff oder Luft durch den aufgeheizten Düsenkörper geleitet.

Den Prüfaufbau zeigt Abbildung 3.

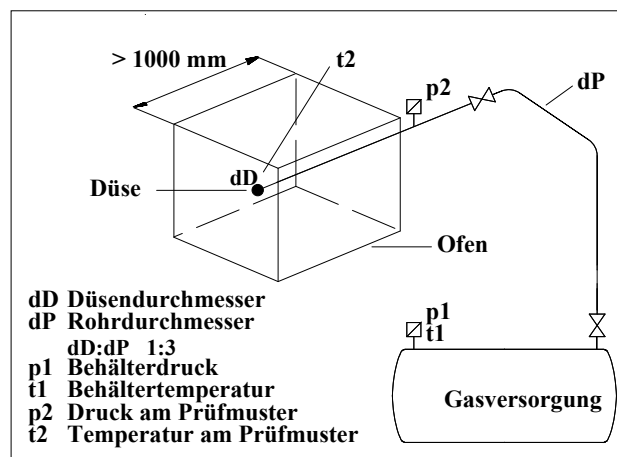


Abbildung 3: Prüfaufbau für Druck- und Wärmebeständigkeitsprüfung

## 5.7 Düsen-Schutzkappen

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.4.

Die Düse mit Schutzkappe wird an ein Rohr mit Manometer befestigt. Der Druck im Rohr wird um  $(1 +0,1/-0)$  bar/min erhöht. Der zum Öffnen der Schutzkappe notwendige Druck wird registriert.

## 5.8 Korrosionsprüfungen

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.8.

Das Prüfmuster wird in seiner normalen Einbaulage frei aufgehangen.

Das Prüfgerät besteht aus einem Behälter mit fünf Liter Volumen (falls ein Behälter mit 10 Liter Volumen verwendet wird, müssen die nachfolgend angegebenen Chemikalienmengen verdoppelt werden) aus hitzebeständigem Glas mit einem korrosionsbeständigem Deckel, der so geformt ist, daß ein Abtropfen von Kondensat auf die Prüfmuster vermieden wird. Der Behälter wird elektrisch beheizt, und die Seitenwände werden mit Wasser gekühlt. Ein Thermostat regelt die Beheizung so, daß im Behälter ungefähr eine Temperatur von 45 °C gehalten wird. Während der Prüfung fließt Wasser durch eine um den Behälter gewickelten Kühlschlange, so daß die Wassertemperatur am Ausfluß unter 30 °C beträgt.

Die Kombination von Heizung und Kühlung soll für eine Kondensation auf der Oberfläche der Prüfmuster sorgen. Die Schwefeldioxid-Atmosphäre wird im fünf Liter Behälter durch eine Lösung von 20 g Natriumthiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ) in 500 cm<sup>3</sup> destilliertem Wasser erzeugt, in die täglich 20 cm<sup>3</sup> verdünnte Schwefelsäure gegeben werden. Die verdünnte Schwefelsäure besteht aus 128 cm<sup>3</sup> einnormaler Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) gelöst in einem Liter destilliertem Wasser. Nach acht Tagen werden die Prüfmuster aus dem Behälter genommen und der Behälter gereinigt. Anschließend wird der oben beschriebene Vorgang für weitere acht Tage wiederholt.

Nach insgesamt 16 Tagen werden die Prüfmuster dem Behälter entnommen und sieben Tage lang bei einer Temperatur von  $(20 \pm 5)$  °C und einer maximalen relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % getrocknet.

## 5.9 Spannungsriß-Korrosion

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.9.

Zur Prüfung ist ein Gefäß mit bekanntem Volumen zu verwenden, welches mit einer Kapillarrohröffnung versehen ist. Die Ammoniaklösung muß eine Dichte von 0,94 kg/l  $\pm$  2 % aufweisen. Der Behälter wird dann mit  $(10 \pm 0,5)$  ml der Lösung pro Liter Gefäßvolumen gefüllt.

Das Prüfmuster wird entfettet und für  $(10 -0/ +1)$  Tage bei einer Temperatur von  $(34 \pm 2)$  °C der feuchten Ammoniak-Luft-Atmosphäre ausgesetzt. Die Prüfmuster werden  $(40 \pm 5)$  mm über dem Flüssigkeitsspiegel aufgehängt.

Nach der Prüfung werden die Prüfmuster gereinigt, getrocknet und einer genauen Sichtprüfung unterzogen. Sämtliche Risse müssen klar erkennbar sein.

## 5.10 Vibrationsbeständigkeit

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.10.

Das Prüfmuster wird auf einen Vibrationstisch montiert, indem Befestigungsmaterial des Herstellers verwendet wird.

Danach wird das Prüfmuster einer sinusförmigen Vibration in allen drei Achsen ausgesetzt in einem Frequenzbereich von 10 Hz bis 150 Hz. Die Frequenz wird gleichförmig mit einer Rate von einer Oktave je 30 min erhöht. Die Vibrationsbeschleunigung beträgt 1 g im Frequenzbereich zwischen 10 Hz und 50 Hz sowie 3 g im Frequenzbereich von 50 Hz bis 150 Hz.

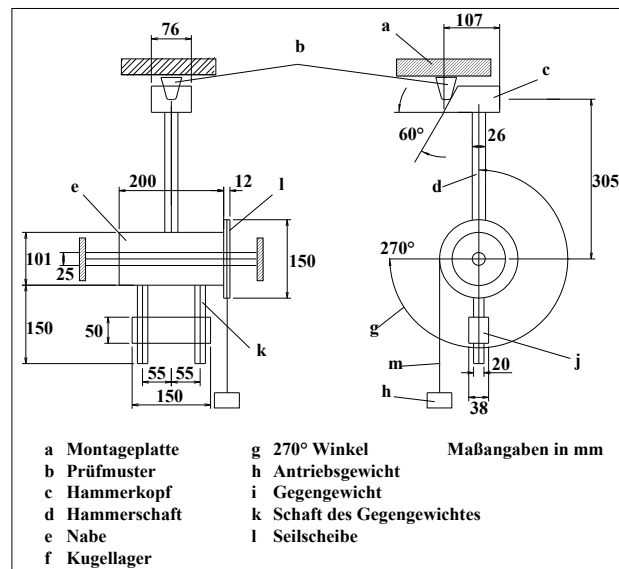
Die Vibrationen dürfen keine Funktion des Prüfmusters in Gang setzen. Kein Verschleiß oder Ablösung von Teilen darf am Prüfmuster auftreten. Es muß nach der Prüfung ordnungsgemäß funktionieren.

## 5.11 Schlagprüfung

Diese Prüfung bezieht sich auf die Anforderungen in Abschnitt 4.11.

Die Stoßprüfung wird ausgeführt, um festzustellen, ob die Düse Schlagbeanspruchungen ausreichend widersteht.

Die Düse wird vor dem Schlagmechanismus, wie in Abbildung 4 gezeigt, aufgehängt. Die Düse erhält dann einen Schlag in horizontaler Richtung mit einer Energie von 2,6 Joule und einer Hammerkopf-Geschwindigkeit von  $(1,8 \pm 0,15)$  m/s. Die Schlagoberfläche des Hammers steht im Augenblick des Aufschlages in einem Winkel von  $(60 \pm 3)^\circ$  zur vertikalen Achse der Düse.



**Abbildung 4: Aufbau Schlagprüfung**

Der Prüfaufbau besteht im wesentlichen aus einem drehbaren Hammer mit Aluminiumkopf, der einen rechteckigen Querschnitt und eine abgeschrägte Schlagfläche besitzt. Der Hammer ist auf eine Rundstahlwelle montiert.

Der Hammerschaft ist mit einer Nabe verbunden, welche kugelgelagert um eine feststehende Stahlachse rotiert, so daß der Hammer sich frei um die feststehende Achse drehen kann. Der starre Rahmen ist so konstruiert, daß der Hammer eine volle Umdrehung ausführen kann, wenn keine Düsen vorhanden sind.

Der Hammerkopf ist 76 mm breit, 50 mm tief und 94 mm lang (Gesamtabmessungen). Er hat eine flache Aufschlagfläche, die in einem Winkel von  $(60 \pm 1)^\circ$  zur Längsachse des Griffes abgeschrägt ist. Die Rundstahlwelle hat einen Außendurchmesser von  $(25 \pm 1)$  mm. Der Hammerkopf ist so auf die Welle aufgesetzt, daß seine Längsachse im Abstand von 300 mm zur Mittellinie der Einheit liegt, somit die beiden Achsen rechtwinklig zueinander stehen. Die Nabe hat einen äußeren Durchmesser von 100 mm, eine Länge von 200 mm und ist koaxial an eine feststehende Stahlwelle befestigt, deren Durchmesser 25 mm beträgt.

Gegenüberliegend zum Hammer ist an der Nabe ein Gegengewicht mittels zweier Stahlarms befestigt. Diese Arme sind so befestigt, daß 150 mm ihrer Länge freilie-

gen. Das Gegengewicht ist so befestigt, daß es durch Verschieben einen Gewichtsausgleich mit dem Hammer herstellen kann. Am Ende der Nabe befindet sich eine Seilscheibe (12 mm breit, 150 mm Durchmesser, aus Aluminium). Um ihr ist ein nicht dehnbares Seil gewickelt. Das eine Ende ist an der Seilscheibe befestigt. Das andere Ende ist am Gewicht befestigt.

Der starre Rahmen ist auch mit einer Montageplatte ausgerüstet. Diese Montageplatte kann entlang der vertikalen Achse verschoben werden, so daß der Mittelpunkt der Hammerschlagfläche beim Durchschreiten seines Scheitelpunkts auf die Düse auftrifft (quasi horizontale Bewegung).

Um den Prüfaufbau zu betätigen, wird zuerst die Position der Düse und der Montageplatte eingerichtet. Der Hammer wird dann durch das Gegengewicht sorgfältig ausbalanciert. Das Antriebsgewicht wird dazu abgenommen. Der Schaft des Hammers wird  $270^\circ$  zurückgedreht (hin zur Horizontalen) und das Antriebsgewicht befestigt. Wenn das Antriebsgewicht freigegeben wird, treibt dieses den Hammer mit seinem Schaft über einen Bogen von  $270^\circ$ . Die Masse des Antriebsgewichts für diesen Aufbau beträgt  $0,552 \text{ kg} \times 3 \times r$ , wobei der Radius der Seilscheibe in Metern angegeben wird. Das entspricht in etwa 0,78 kg, wenn eine Seilscheibe mit einem Radius von 0,075 m verwendet wird.

Da eine Hammergegeschwindigkeit von  $(1,8 \pm 0,15) \text{ m/s}$  zum Zeitpunkt des Aufschlages vorgegeben wird, ist es unter Umständen notwendig, das hintere Ende des Hammers aufzubohren, um die benötigte Geschwindigkeit zu erreichen. Es sind Tests durchzuführen, um festzustellen, daß die Vorrichtung einwandfrei funktioniert.



