

# HM 260

## Kenngrößen von Düsen



### Lerninhalte / Übungen

- Bestimmung des kritischen Druckverhältnisses
- Demonstration des "Choking-Effekts"
- Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit im engsten Querschnitt
- Messung der Reaktions-, bzw. Aktionskraft des strömenden Fluids
- Düsenwirkungsgrad über Schubkraft bestimmen

### Beschreibung

- **Kraftwirkungen bei Düsenströmung**
- **Bestimmung des Düsenwirkungsgrades**
- **vier konvergent-divergente Düsen mit verschiedenen Flächenverhältnissen, eine konvergente Düse und eine Prallplatte**

In Düsen werden Fluide beschleunigt, während der Druck abnimmt. Bei der Verwendung von kompressiblen Fluiden (z.B. Luft) können damit sehr hohe Geschwindigkeiten, oft im supersonischen Bereich, erreicht werden. Düsen werden in Dampfturbinen, in Einspritzvorrichtungen, bei Überschallflugzeugen und Raketen genutzt. Für die Dimensionierung von Düsen werden die auftretenden Aufprall- oder Schubkräfte (Aktions- bzw. Reaktionskraft) des Fluides herangezogen.

HM 260 bietet zwei Versuchsanordnungen für Düsen, bei denen entweder die auftretende Aktionskraft oder die Reaktionskraft des Fluides betrachtet wird. Kenngrößen wie Strömungsgeschwindigkeit und Düsenwirkungsgrad werden bestimmt. Zusätzlich wird der "Choking-Effekt" demonstriert, bei dem mit Erreichen des kritischen Druckverhältnisses der Massenstrom nicht mehr zunimmt. Als kompressibles Fluid wird Luft verwendet.

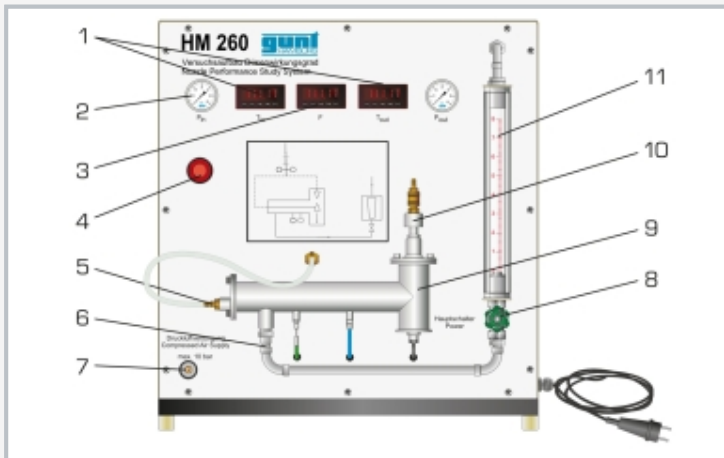
In der ersten Versuchsanordnung zur Bestimmung der Reaktionskraft wird in die Kraftmesseinrichtung eine Düse eingesetzt. Die Kraftmesseinrichtung besteht aus einem Biegebalken, dessen Verformung elektronisch gemessen wird. Der Luftdruck vor und nach der Düse kann eingestellt werden. Die Düse wird von Druckluft durchströmt und die auftretende Reaktionskraft (Schubkraft) des Fluides wird gemessen.

In der zweiten Versuchsanordnung wird die Prallplatte in die Kraftmesseinrichtung eingesetzt und die Düse über der Prallplatte positioniert. Die Position der Düse ist verstellbar, so dass der Abstand zwischen Düse und Prallplatte einstellbar ist. Die Strömung am Düsenaustritt trifft gegen die Prallplatte und die Aktionskraft (Aufprallkraft) des Fluides wird über die Verformung des Biegebalkens erfasst.

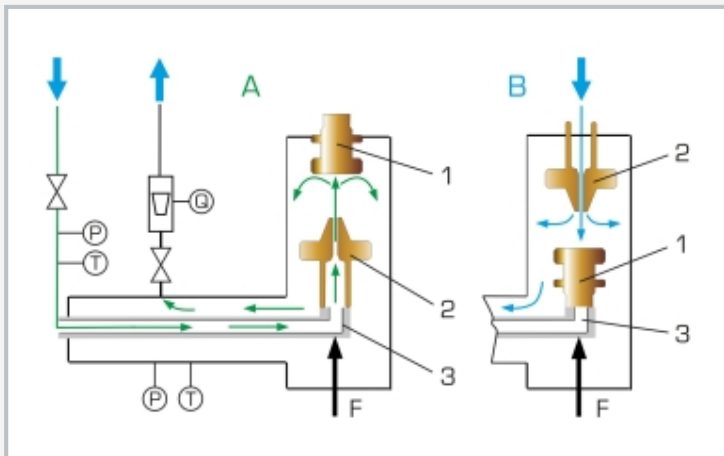
Neben der Kraft werden Drücke und Massenstrom erfasst. Zur exakten Bestimmung des Massenstroms werden zusätzlich die Temperaturen gemessen. Vier konvergent-divergente und eine konvergente Düse sowie eine Prallplatte stehen für Versuche zur Verfügung.

# HM 260

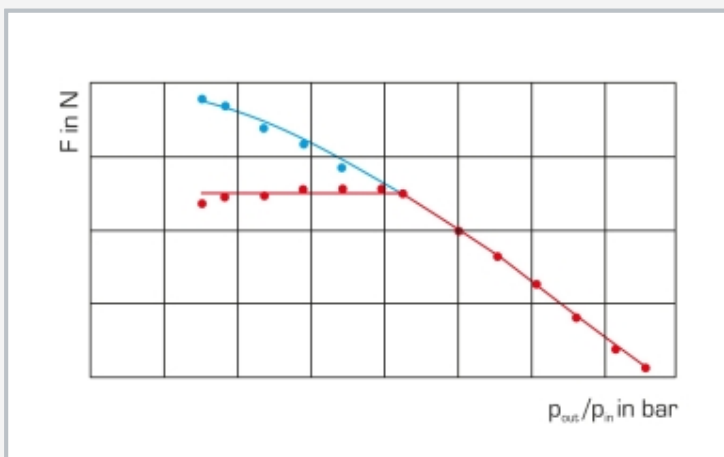
## Kenngrößen von Düsen



1 Anzeige für Temperatur, 2 Anzeige für Druck, 3 Anzeige für Kraft, 4 Druckregler, 5 Luft-eintritt, 6 Luftaustritt, 7 Druckluftanschluss, 8 Ventil zur Einstellung des Massenstroms, 9 Messstrecke, 10 Luft-eintritt, 11 Schwebekörper-Durchflussmesser



Versuchs-anordnung A Reaktionskraft (Schubkraft) und B Aktionskraft (Aufprallkraft) mes-sen: 1 Prallplatte, 2 Düse, 3 Kraft; T Temperatur, P Druck, Q Durchfluss, F Kraft



Reaktionskraft (Schubkraft) an der Düse  
blau: Gesamtschubkraft, rot: Kraft aus Impulskraft (Massenstrom \* Geschwindigkeit),  
 $p_{out}/p_{in}$  Druckverhältnis, F Kraft

### Spezifikation

- [1] Aufprall- bzw. Schubkraft an Düsen erfassen zur Be-stimmung der Strömungsgeschwindigkeit und des Wirkungsgrads
- [2] Versuchsanordnung A: Reaktionskraft (Schubkraft) des Fluides an der Düse messen
- [3] Versuchsanordnung B: Aktionskraft des Fluides an der Prallplatte messen
- [4] Luft-eintritt entsprechend der Versuchsanordnung umstellbar
- [5] Abstand Prallplatte – Düse einstellbar
- [6] Druckluftregler zur Einstellung des Drucks vor der Düse
- [7] Nadelventil am Durchflussmesser zur Einstellung des Gegendrucks
- [8] Reaktions- bzw. Aktionskraft der Düse über Verfor-mung des Biegebalkens messen
- [9] 5 Düsen mit verschiedenen Konturen (4 konver-gent-divergente, 1 konvergente) und 1 Prallplatte
- [10] Instrumentierung: Manometer und digitale Tempe-raturanzeige vor und nach der Düse sowie Durch-flussmesser

### Technische Daten

Luftbedarf des Versuchsgeräts

- Druckluft: max. 10bar
- Luftbedarf: ca. 5g/s

5 Düsen, Messing

- 4x konvergent-divergent
- 1x konvergent
- Durchmesser, alle Düsen: 2mm
- Länge, divergente Düsen: 3,6 bis 15,8mm

Druckluftregler

- Regelbereich: 0...8,6bar

Messbereiche

- Temperatur: 0...100°C
- Druck: 2x 0...10bar
- Massenstrom: 0,7...8,3g/s
- Kraft: 0...2N

230V, 50Hz, 1 Phase

230V, 60Hz, 1 Phase; 120V, 60Hz, 1 Phase

UL/CSA optional

LxBxH: 790x460x810mm

Gewicht: ca. 35kg

### Für den Betrieb erforderlich

Druckluft: min. 6bar, 2500L/h

### Lieferumfang

- 1 Versuchsgesetz
- 5 Düsen
- 1 Prallplatte
- 1 Satz didaktisches Begleitmaterial

# HM 260

## Kenngößen von Düsen

Optionales Zubehör

WP 300.09      Laborwagen