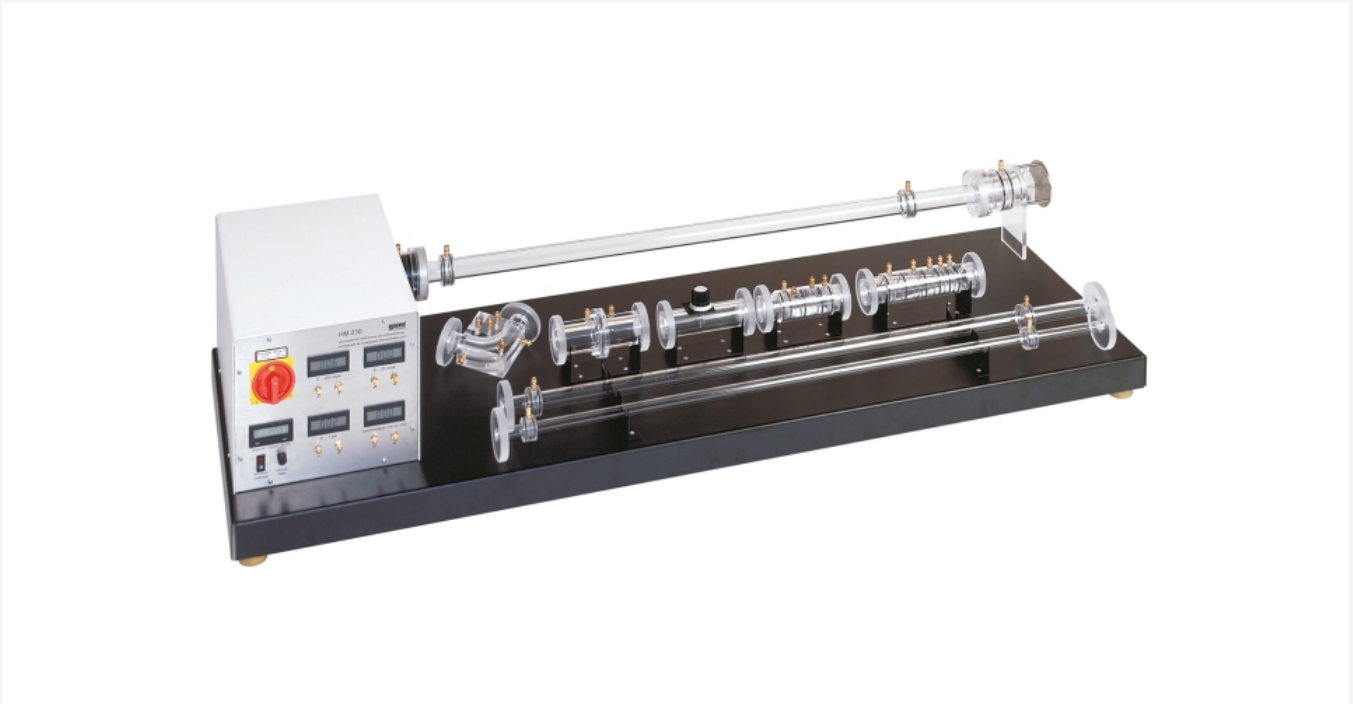


HM 230

Strömung kompressibler Fluide



Beschreibung

- **Untersuchung der Strömung bei kompressiblen Fluiden**
- **vielseitiges Versuchsprogramm zur Untersuchung von subsonischer und sonischer Strömung**
- **Lavaldüse erzeugt Geschwindigkeiten bis Ma 1**

Kompressible Fluide ändern ihre Dichte aufgrund von Druckänderung in der Strömung. Dabei werden Strömungen mit Geschwindigkeiten unter $Ma 0,3$ als inkompressibel betrachtet und die Dichteänderung ist vernachlässigbar. Für höhere Geschwindigkeiten muss die Dichte in die Berechnungen eingehen. Diese Bedingungen müssen bei der Auslegung von z.B. Turboverdichtern, Düsen und schnellen Flugzeugen berücksichtigt werden.

Mit dem Versuchsgerät HM 230 wird die Luftströmung in verschiedenen Geschwindigkeitsbereichen untersucht.

Ein Radialgebläse mit stufenloser DrehzahlEinstellung saugt die Luft aus der Umgebung an. Am Eintritt wird die Luftströmung in einer Messdüse beschleunigt. Im weiteren Verlauf der Messstrecke durchströmt die Luft austauschbare

Messobjekte. Durch das Ansaugen der Luft und die Anordnung der Messobjekte an der Saugseite des Gebläses werden Turbulenzen beim Einströmen in die Messobjekte minimiert. Alle Messobjekte sind aus transparentem Material gefertigt und ermöglichen einen guten Einblick in den inneren Aufbau.

Die Untersuchung der Druckverluste wird an einem Rohrbogen, verschiedenen Rohrstrecken und einer Düse mit unetstiger Erweiterung durchgeführt. Eine Einführung in die Thematik der sonischen Strömung bietet die Düse mit stetiger Erweiterung (Lavaldüse). In einer Blende wird der Volumenstrom mit einem Differenzdruckmanometer bestimmt. Die Blende ist mit vier austauschbaren Blendenscheiben für verschiedene Messbereiche ausgestattet. Zusätzlich wird mit Hilfe einer Drosselklappe die Kennlinie des Gebläses aufgenommen.

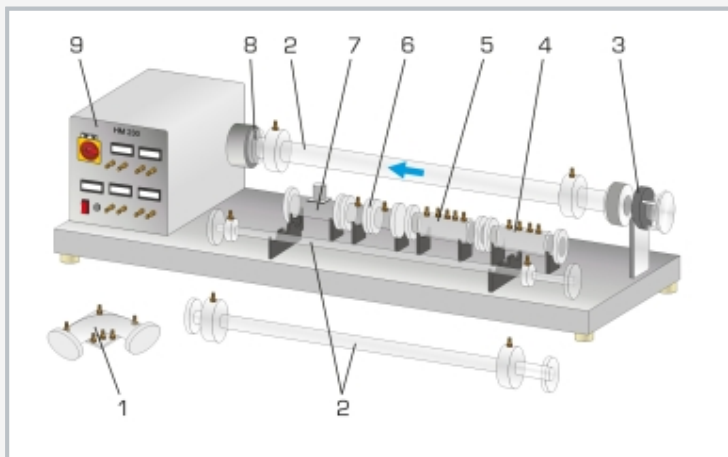
Die Messwerte für Drücke, Geschwindigkeit und Drehzahl werden digital angezeigt.

Lerninhalte / Übungen

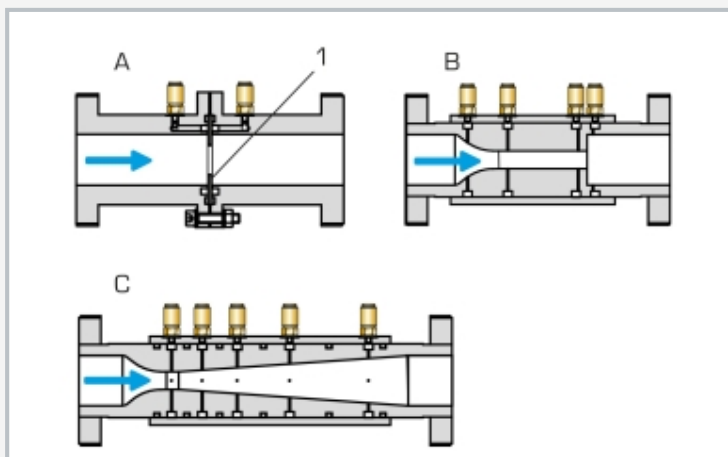
- Druckverluste in Rohren und im Rohrbogen
- Strömung in konvergenten/divergenten Düsen
- Schallgeschwindigkeit in Luft bestimmen
- Berechnungsmethoden für inkompressible und kompressible Strömung vergleichen
- komplette Kontinuitätsgleichung anwenden
- Massenstrom mittels Düse und Volumenstrom mittels Blende bestimmen
- Kalibrierkurve für Blende aufnehmen
- Gebläsekennlinie bei unterschiedlichen Massenströmen und Drehzahlen aufnehmen

HM 230

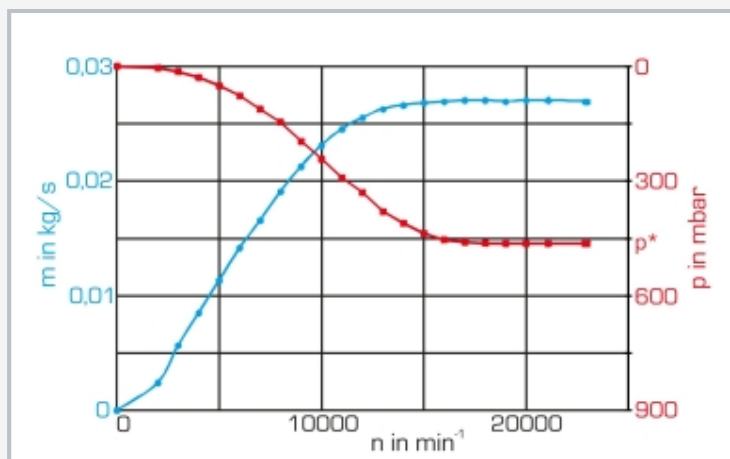
Strömung kompressibler Fluide



1 Rohrbogen, 2 Rohrstrecken, 3 Messdüse, 4 Düse mit unstetiger Erweiterung, 5 Düse mit stetiger Erweiterung (Lavaldüse), 6 Blende, 7 Drosselklappe, 8 Saugöffnung Gebläse, 9 Schaltschrank mit Anzeige- und Bedienelementen (Radialgebläse eingebaut)



Messobjekte
1 austauschbare Blendscheibe, A Blende, B Düse mit unstetiger Erweiterung, C Düse mit stetiger Erweiterung (Lavaldüse)



Versuchsergebnis "Düsenströmung und kritisches Druckverhältnis" (Lavaldüse): blau: Massenstrom, rot: Unterdruck, schwarz: Drehzahl; p^* kritischer Druck

Spezifikation

- [1] Strömung kompressibler Fluide untersuchen
- [2] subsonische und sonische Luftströmung
- [3] einstellbare Drehzahl am Radialgebläse zur Veränderung des Massenstroms
- [4] minimierte Turbulenzen durch Ansaugen der Luft und optimale Anordnung der Messobjekte
- [5] transparente Messobjekte mit Anschlüssen zur Druckmessung bieten Einsicht in den inneren Aufbau
- [6] Messdüse zur Bestimmung des Massenstroms
- [7] Druckverluste bei subsonischer Strömung im Rohrbogen und verschiedenen Rohrstrecken
- [8] Druckverlauf bei subsonischer und sonischer Düsenströmung
- [9] Blende zur Volumenstrombestimmung über Differenzdruckmessung
- [10] Gebläsekennlinie aufnehmen mit Hilfe einer Drosselklappe
- [11] digitale Anzeigen für Drücke, Geschwindigkeit und Drehzahl

Technische Daten

Radialgebläse

- max. Drehzahl: 31000 min^{-1}
- max. Volumenstrom: $226 \text{ m}^3/\text{h}$
- max. Förderhöhe: 318 mbar
- max. Leistungsaufnahme: 1,8 kW

Messobjekte

- Rohrstrecke: 1 m
 - ▶ \varnothing 16, 24, 34 mm
- 90° Rohrbogen
- 2 Düsen, Durchmesser, innen: 12...34 mm
 - ▶ mit unstetiger Erweiterung
 - ▶ mit stetiger Erweiterung (Lavaldüse)
- Blende mit Blendscheiben
 - ▶ \varnothing 12, 19, 25, 32 mm
- Drosselklappe: \varnothing 34 mm

Messbereiche

- Drehzahl: $0 \dots 99999 \text{ min}^{-1}$
- Druck:
 - ▶ 1x $0 \dots 25 \text{ mbar}$
 - ▶ 1x $0 \dots 600 \text{ mbar}$
 - ▶ 1x $0 \dots 1000 \text{ mbar}$
- Geschwindigkeit: $0 \dots 65 \text{ m/s}$

230V, 50Hz, 1 Phase
120V, 60Hz, 1 Phase, 230V, 60Hz, 1 Phase
UL/CSA optional
LxBxH: 1750x600x390 mm
Gewicht: ca. 58 kg

Lieferumfang

- 1 Versuchsgesetz
- 1 Satz Messobjekte
- 1 Satz Werkzeuge
- 1 Satz didaktisches Begleitmaterial