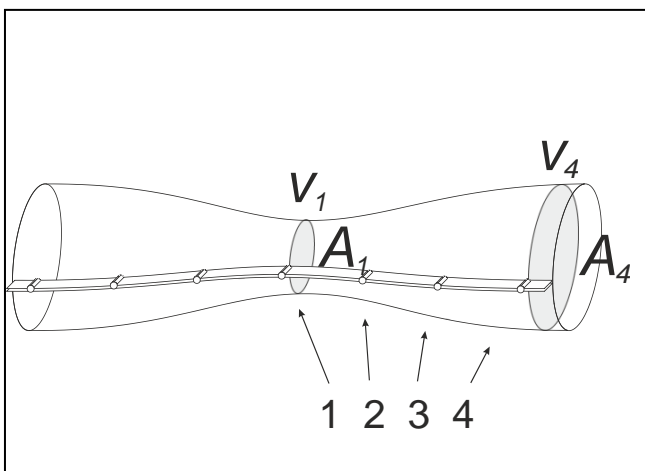


Statischer Druck bei Querschnittsreduktion – Druckmessung mit dem Feinmanometer

Versuchsziele

- Messung des statischen Relativdrucks in einem Venturi-Rohr.
- Bestimmung des statischen Relativdrucks in einem Venturi-Rohr in Abhängigkeit von seiner Querschnittsfläche.

Fig. 1: Venturi-Rohr: Querschnittsflächen A_0 und A_4 , Strömungsgeschwindigkeiten v_0 und v_4 . Die Nummern 1 bis 4 benennen die Messpunkte für den statischen Druck p_s



Grundlagen

Der Gesamtdruck p_{tot} setzt sich aus dem statischen Druck p_s und dem dynamischen Druck p_d zusammen:

$$p_{\text{tot}} = p_s + p_d = \text{const.} \quad (\text{I})$$

Aus der Bernoulli-Gleichung reibungsfreier, inkompressibler Fluide folgt damit für laminare Strömungen:

$$p_{s1} + \frac{\rho}{2} v_1^2 = p_{s2} + \frac{\rho}{2} v_2^2 \quad (\text{II})$$

ρ : Dichte des strömenden Mediums

Zusammen mit der Kontinuitätsgleichung

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad (\text{III})$$

v : Strömungsgeschwindigkeit

kann der Luftstrom in einem Rohr mit veränderlicher Querschnittsfläche A gut angenähert werden.

In diesem Versuch wird der statische Relativdruck Δp in einem Venturi-Rohr bei unterschiedlichen Querschnittsflächen A_1 bis A_4 (vgl. Fig. 1) gemessen.

$$\Delta p = p_s - p_{\text{tot}} \quad (\text{IV})$$

Δp : statischer Relativdruck

Hinweis: Der Versuch ist eng verwandt mit P1.8.5.2, in dem der Volumenstrom in einem Venturi-Rohr bestimmt wird.

Geräte

1 Saug- und Druckgebläse.....	373 041
1 Venturi-Rohr mit Multimanoskop.....	373 091
1 Feinmanometer.....	373 10
2 Stativfuß V-förmig, klein.....	300 02
1 Stativstange 25 cm, 12 mm Ø.....	300 41
1 Stativstange 47 cm, 12 mm Ø.....	300 42
1 Leybold-Muffe.....	301 01

Optional:

1 CASSY Lab 2.....	524 220
<i>Zusätzlich: 1 PC mit Windows XP oder höher</i>	

Aufbau

Saug- und Druckgebläse an Druckseite mit enger Düse (100 mm) und Venturi-Rohr bestücken. Gebläse horizontal auf den Sockel stellen (vgl. Fig. 2). Venturi-Rohr zusätzlich mit Stativfuß, Stativstange und Leybold-Muffe fixieren. Metallplättchen zwischen Leybold-Muffe und Venturi-Rohr legen. Schrauben der Leybold-Muffe nicht zu fest anziehen!

- Feinmanometer exakt horizontal ausrichten. Bei Bedarf Vorratsgefäß für Manometerflüssigkeit nachfüllen.
- Schlauch des Feinmanometers mit Schlauchanschluss für Unterdruck (rechts) verbinden.
- Anderes Ende des Schlauchs mit Anschlussnippel verbinden und in Messpunkt 1 des Venturi-Rohrs stecken (vgl. Fig. 2).
- Schlauchanschluss für Überdruck (links) des Feinmanometers offen lassen, damit der Unterschied zum Luftdruck p_0 gemessen werden kann.

Hinweis: Die Messpunkte auf der Einströmseite wurden aus didaktischen Gründen weggelassen. Da Luft kein ideales Gas ist, ergibt sich hier durch die Reibung ein positiver Staudruck.

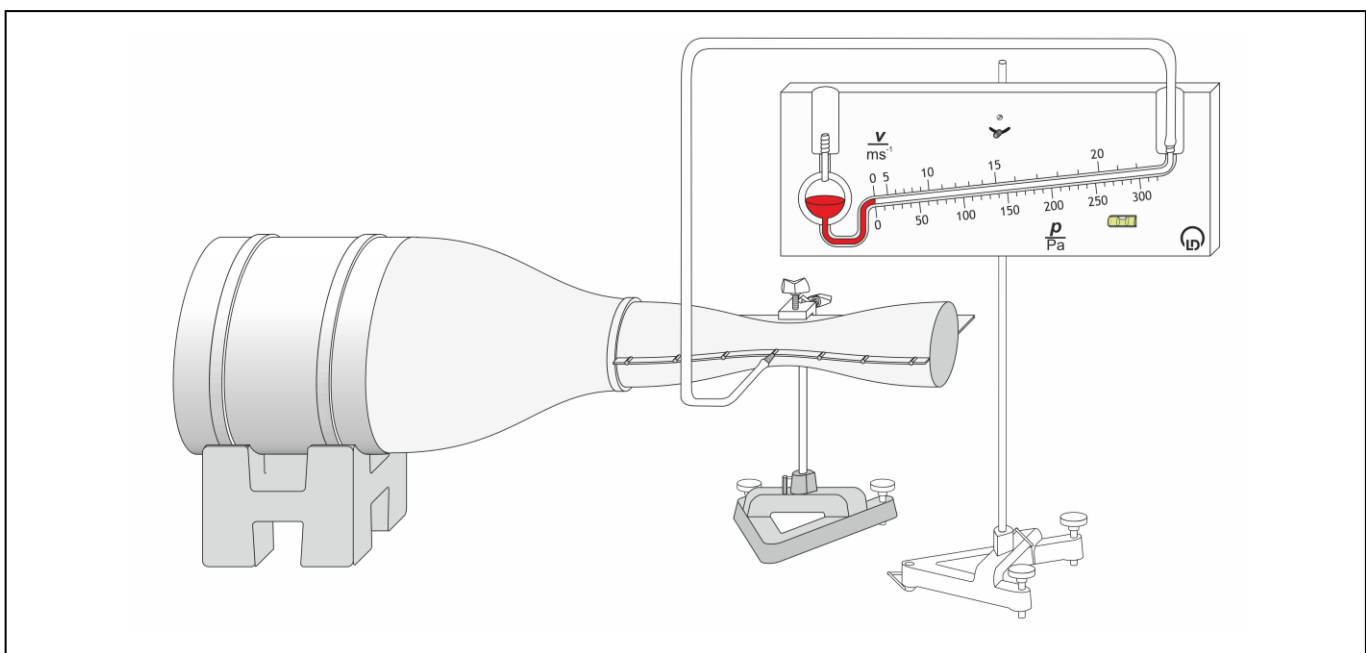
Sicherheitshinweise

Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Gebrauchsanweisung des Saug- und Druckgebläses.

Vor dem Abnehmen des Schutzgitters oder der Düse

- Netzstecker ziehen und
- mindestens 30 Sekunden warten bis das Saug- und Druckgebläse absolut still steht.

Fig. 2: Versuchsaufbau mit dem Feinmanometer.



Durchführung

Hinweis: Eine Messung mehrmals wiederholen, um Messfehler abschätzen zu können.

a) Messung ohne CASSY Lab 2

- Saug- und Druckgebläse auf minimale Geschwindigkeit stellen (d.h.: linker Anschlag am Potentiometer-Stellknopf). Erst dann einschalten.
- Geschwindigkeit vom Saug- und Druckgebläse langsam erhöhen bis der statische Relativdruck Δp an Messpunkt 1 (Mitte des Venturi-Rohrs) ca. -200 Pa erreicht.
- Statischen Relativdruck Δp ablesen und in einer Tabelle notieren, zusammen mit der zugehörigen Querschnittsfläche A :




$\frac{A_1}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_2}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_3}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_4}{\text{cm}^2}$
19,6	36,3	72,4	78,5

- Messpunkte nacheinander wechseln und statischen Relativdruck Δp für Querschnittsflächen A_2 bis A_4 messen.

b) Messung mit CASSY Lab 2

- Software CASSY Lab 2 öffnen oder installieren, wenn noch nicht vorhanden.
- Saug- und Druckgebläse auf minimale Geschwindigkeit stellen (d.h. linker Anschlag am Potentiometer-Stellknopf). Erst dann einschalten.
- Geschwindigkeit vom Saug- und Druckgebläse langsam erhöhen bis der statische Relativdruck Δp an Messpunkt 1 (Mitte des Venturi-Rohrs) ca. -200 Pa erreicht.
- Statischen Relativdruck ablesen.
- [Einstellungen in CASSY Lab 2 laden](#) und Druckwerte in Tabelle „ $\Delta p(A)$ [manu.]“ eintippen.
- Messpunkte nacheinander wechseln und statischen Relativdruck Δp für Querschnittsflächen A_2 bis A_4 messen:

$\frac{A_1}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_2}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_3}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_4}{\text{cm}^2}$
19,6	36,3	72,4	78,5

Hinweis: Um mehr als die vorbereiteten Messreihen aufzunehmen, „Messung“ in der Menüleiste öffnen und  „Neue Messreihe Anhängen“ auswählen. Tabelle „ $\Delta p(A)$ “ wählen und einmalig  klicken. Fenster  „Einstellungen“ öffnen und „ $\Delta p(A)$ “ im Untermenü „Darstellungen“ markieren. Schaltfläche „Neue Kurve hinzufügen“ klicken und „ $\Delta p\#2$ “ im Drop-down-Menü für „y-Achse“ wählen.

Messbeispiel

Tab. 1: Statischer Relativdruck Δp an Messpunkten 1 bis 4 und Querschnittsflächen A_1 bis A_4 im Venturi-Rohr (vgl. Fig. 1).

MP	1	2	3	4
$\frac{A}{\text{cm}^2}$	19,6	36,3	72,4	78,5
$\frac{\Delta p}{\text{Pa}}$	-222	-33	-28	-13

Auswertung und Ergebnis

Der statische Relativdruck nimmt mit kleinerer Querschnittsfläche des Venturi-Rohrs quadratisch ab:

$$\Delta p \propto -\frac{1}{A^2}$$

Fig. 1: Statischer Relativdruck Δp als Funktion der Querschnittsfläche A .

