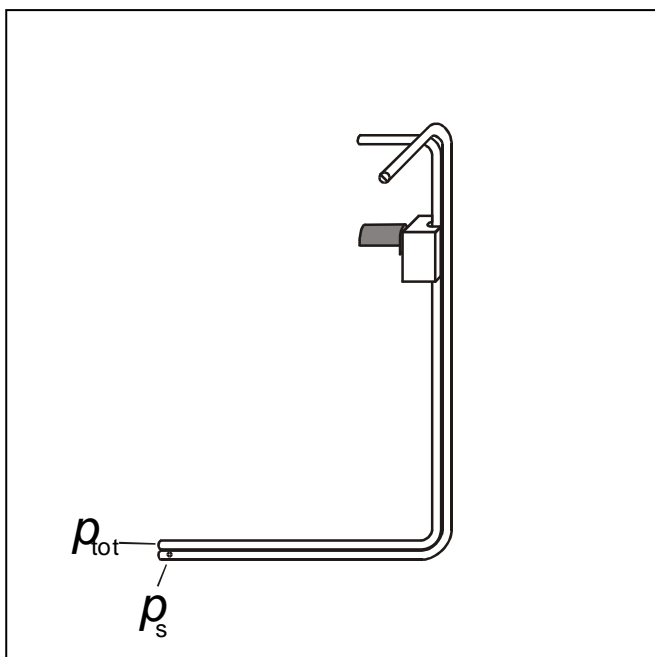


Bestimmung der Windgeschwindigkeit mit einer Drucksonde nach Prandtl – Druckmessung mit dem Feinmanometer

Versuchsziele

- Messen des dynamischen Drucks.
- Bestimmung der Windgeschwindigkeit.
- Aufnahmen von Druckprofilen in unterschiedlichen Entfernungen.

Fig. 1: Drucksonde nach Prandtl zum Messen des statischen Drucks p_s und Totaldrucks p_{tot} .



Grundlagen

In diesem Versuch wird mit der Drucksonde nach Prandtl der Totaldruck p_{tot} (Öffnung zeigt gegen Strömungsrichtung) und der statische Druck p_s (Öffnung quer zur Strömungsrichtung) gemessen.

Die Windgeschwindigkeit v wird durch Messen der Druckdifferenz Δp bestimmt, wenn die Drucksonde nach Prandtl gegen die Strömungsrichtung zeigt. Bei dieser Anordnung ist die Druckdifferenz Δp mit dem dynamischen Druck p_d identisch:

$$\Delta p = p_d = p_{tot} - p_s \quad (I)$$

Die Windgeschwindigkeit kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$v = \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot p_d} \quad (II)$$

Dichte der Luft: $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Hinweis: In diesem Versuch wird die Drucksonde nach Prandtl mit dem Feinmanometer kombiniert. In P1.8.5.6. werden der Drucksensor S, ± 70 hPa und CASSY benutzt.

Geräte

1 Saug- und Druckgebläse	373 041
1 Drucksonde nach Prandtl.....	373 13
1 Feinmanometer.....	373 10
1 Stativfuß V-förmig, klein.....	300 02
1 Stativstange 47 cm, 12 mm Ø.....	300 42

Optional:

1 Stativfuß V-förmig, klein.....	300 02
1 Stativstange 25 cm, 12 mm Ø.....	300 41
1 Leybold-Muffe	301 01

Optional:

1 CASSY Lab 2.....	524 220
--------------------	---------

Zusätzlich benötigt: 1 PC mit Windows XP oder höher

Aufbau

- Saug- und Druckgebläse an Druckseite mit enger Düse (100 mm) bestücken.
- Druckgebläse horizontal auf den Sockel stellen wie in Fig. 2.
- Optional: Drucksonde nach Prandtl zusätzlich mit Standfuß, Stativstange und Leybold-Muffe fixieren. Schrauben der Leybold-Muffe nicht zu fest anziehen!
- Feinmanometer exakt horizontal ausrichten. Bei Bedarf Vorratsgefäß für Manometerflüssigkeit nachfüllen.
- Schlauch des Feinmanometers mit Schlauchanschluss für Überdruck (links) verbinden. Anderes Ende des Schlauchs mit Messausgang für p_{tot} an der Drucksonde nach Prandtl verbinden (vgl. Fig. 2).
- Schlauch des Feinmanometers mit Schlauchanschluss für Unterdruck (rechts) verbinden. Anderes Ende des Schlauchs mit Messausgang für p_s an der Drucksonde nach Prandtl verbinden (vgl. Fig. 2).

Hinweis: Zusätzliche Informationen in den Gebrauchsanweisungen 373 10 und 373 13.

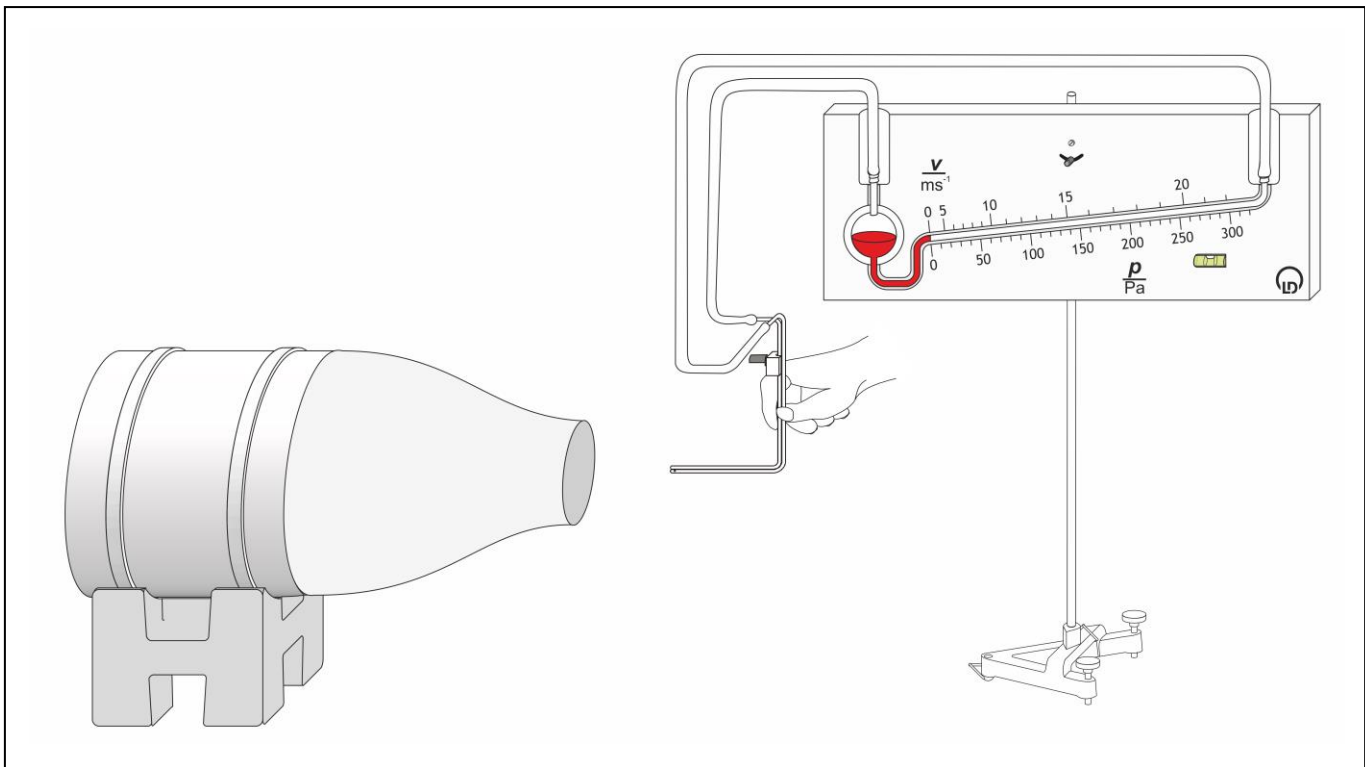
Sicherheitshinweise

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 Druckdifferenz $\Delta p (= p_d)$ in zentraler Position ($h = 0$ cm) vor der Düse (Abstand $x = 10$ cm) ca. 1,5 hPa erreicht.
- Druckwerte ablesen und in einer Tabelle notieren.
- Dynamischen Druck $p_d (= \Delta p)$ bei verschiedenen Höhen h und Entfernungen x vor der Düse ablesen. Das Gitter der Düse kann als Orientierung für die vertikale Position h dienen.

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 Druckdifferenz $\Delta p (= p_d)$ in zentraler Position ($h = 0$ cm) vor der Düse (Abstand $x = 10$ cm) ca. 1,5 hPa erreicht.
- [Einstellungen in CASSY Lab 2 laden](#) und Druckwerte in Tabelle „ $p_d(h)$ [manu.]“ eintippen.
- Dynamischen Druck $p_d (= \Delta p)$ bei verschiedenen Höhen h und Entfernungen x vor der Düse ablesen. Das Gitter der Düse kann als Orientierung für die vertikale Position h dienen.

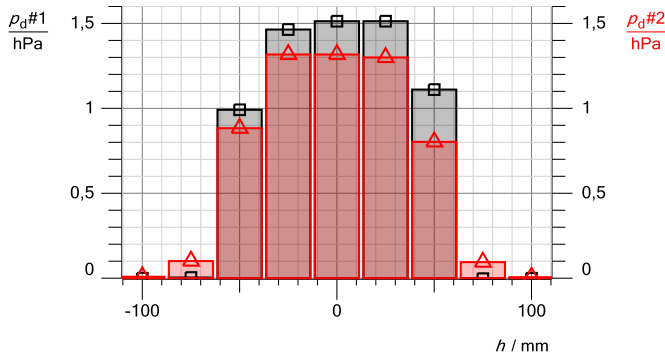
Hinweis: Um mehr als die vorbereiteten Messreihen aufzunehmen, „Messung“ in der Menüleiste öffnen und  „Neue Messreihe Anhängen“ auswählen. Tabelle „ $p_d(h)$ [manu.]“ wählen und einmalig  klicken. Fenster  „Einstellungen“ öffnen und „ $p_d(h)$ “ im Untermenü „Darstellungen“ markieren. Schaltfläche „Neue Kurve hinzufügen“ klicken und „ $p_d\#3$ “ im Drop-down-Menü für „y-Achse“ wählen.

Messbeispiel

Tab. 1: Druckprofil: Dynamischer Druck in Entfernung x vor der Düse. h entspricht der vertikalen Verschiebung.

$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{h}{\text{mm}}$	-100	-75	-50	-25	0	25	50	75	100
10	$\frac{\rho_d}{\text{Pa}}$	0	0	99	146	151	151	111	0	0
40	$\frac{\rho_d}{\text{Pa}}$	1	10	88	132	132	130	80	9	1

Fig. 3: Druckprofile in zwei verschiedenen Entfernungen: $x_{\#1} = 10 \text{ cm}$, $x_{\#2} = 40 \text{ cm}$.



Ergebnisse und Auswertung

Die Windgeschwindigkeit v kann bestimmt werden mit den Messergebnissen aus Tab. 1, Gleichung (II) und der Dichte ρ des strömenden Mediums Luft:

$$\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Hieraus folgt:

Tab. 2: Windgeschwindigkeit v mit den Werten aus Tab. 1 berechnet. h : vertikale Verschiebung, x : Entfernung vor der Düse

$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{h}{\text{mm}}$	-100	-75	-50	-25	0	25	50	75	100
10	$\frac{v}{\text{m/s}}$	0,0	0,0	12,8	15,6	15,9	15,9	13,6	0,0	0,0
40	$\frac{v}{\text{m/s}}$	1,3	4,1	12,1	14,8	14,8	14,7	11,5	3,9	1,3

Innerhalb des Querschnittes der Düse variiert die Druckdifferenz, und damit die Windgeschwindigkeit, kaum. Das Vervielfachen der Entfernung x (von 10 cm auf 40 cm) bewirkt nur eine kleine Geschwindigkeitsverringerung durch Luftreibung.

Seitlich ($h = \pm 75 \text{ cm}$) steigen die gemessenen Windgeschwindigkeiten hingegen mit größerer Entfernung ($x = 40 \text{ cm}$) von der Düse.

Der Windkegel fächert ein wenig aus.