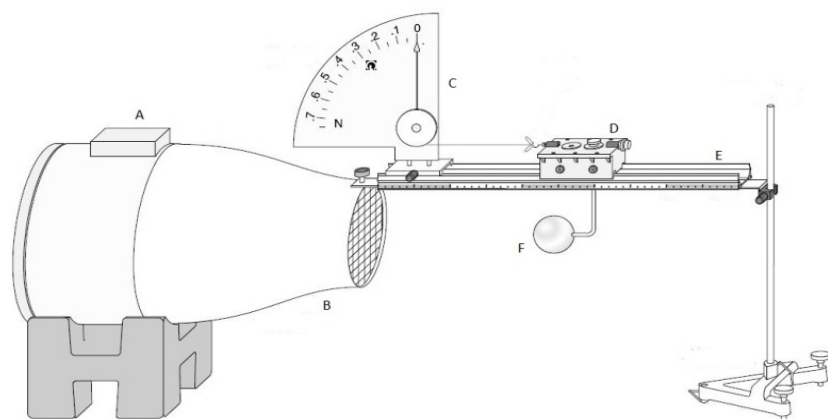


## Labor für Technische Physik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus, Dipl.-Ing. W.Pieper

### Versuch 3c:

## Untersuchungen zur Aerodynamik Kraftmessung am Widerstandskörper



A: Saug- und Druckgebläse  
 C: Sektor-Kraftmesser  
 E: Offene Messstrecke

B: Breite Düse  
 D: Messwagen  
 F: Widerstandskörper

### 1. Versuchsziele

In diesem Versuch sollen die Strömungswiderstände von verschieden geformten Körpern untersucht werden. Die Strömungsgeschwindigkeit wird mit einer Staudrucksonde nach Prandtl und der Luftwiderstand mit einem Kraftmesser gemessen.

### 2. Grundlagen

Strömende Luft übt auf den umströmten Körper parallel zur Strömungsrichtung eine Kraft  $F$  aus, die man als Strömungswiderstand, im Falle von Luft auch Luftwiderstand, bezeichnet. Diese Kraft hängt von der Strömungsgeschwindigkeit, von der Querschnittsfläche des Körpers senkrecht zur Strömungsrichtung und von der Körperform ab. Den Einfluss der Körperform beschreibt man mit Hilfe des sogenannten Widerstandsbeiwertes.

Die Gleichung für die Strömungswiderstandskraft lautet:

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot c_w \cdot A \quad (1)$$

$\rho$  Dichte vom umströmenden Fluid oder Gas  
 $v$  relative Geschwindigkeit von Körper und Fluid  
 $c_w$  Widerstandsbeiwert  
 $A$  Fläche des Körpers

Der Widerstandsbeiwert ist eine körperspezifische Größe und hängt stark von der Form und Oberfläche des Körpers ab. Die Ermittlung des Widerstandsbeiwertes ist in der Praxis von großer Bedeutung, zum Beispiel beim Fahrzeugbau. Man wünscht in der Regel einen möglichst kleinen  $c_w$ -Wert, um möglichst wenig „Windwiderstand“ überwinden zu müssen.

Wie aus Gleichung (1) hervorgeht, ist im Wesentlichen die relative Geschwindigkeit für die Größe der Kraft verantwortlich, da sie quadratisch eingeht.

Um den Strömungswiderstand zu minimieren, muss das Produkt aus Widerstandsbeiwert und der dem Fluid ausgesetzten Fläche verringert werden, da die Dichte kaum veränderbar ist.

### 3. Versuchsaufbau

#### Geräteliste

1	Saug- und Druckgebläse	37304
1	Messwagen zum Windkanal	373075
1	Offene Messstrecke zur Aerodynamik	37306
1	Satz Widerstandskörper (Kugel, Halbkugel, Stromlinienkörper, Kreisscheiben)	373071
1	Winkelhalter	373071
1	Sektor-Kraftmesser Stativfuß, Stativstange	37314
1	Mobile-Cassy mit Steckernetzteil	524009
1	Drucksensor S, $\pm 70$ hPa Maßstabschiene, Schienenschlitten, Stativstange, Muffe	524066

- Das Schutzgitter auf die Saugseite des Gebläses und die Düse mit Öffnungsdurchmesser 150 mm auf die Druckseite des Gebläses stecken. Das Gebläse waagrecht auf den Fuß entsprechend der Abbildung auf der Titelseite dieser Anleitung positionieren.
- Die offene Messstrecke auf die Düse und an die senkrecht stehende Stativstange montieren. Die Schiene mit Hilfe des Rollwagens waagrecht ausrichten.
- Den Kraftmesser mit Umlenkrolle bei Position 0 cm auf der offenen Messstrecke aufsetzen und fixieren.
- Den längeren Winkelhalter auswählen und in die vom Gebläse abgewandten Bohrung des Messwagens befestigen. Den kugelförmigen Widerstandskörper auf den Winkelhalter stecken.
- Die Schnur am Kraftmesser von unten um die Umlenkrolle führen und die erste Schlaufe in den Haken des bei ca. 10 cm positionierten Rollwagens einhängen.
- Die Widerstandskörper jeweils so ausrichten, dass sie sich in der Mitte der Düsenöffnung befinden.
- Bereiten sie die Verwendung der Staudrucksonde mit Drucksensor und Mobile-CASSY aus Versuch 3b vor. *(Die Staudrucksonde auf einer Maßstabschiene mit Hilfe von Schienenschlitten, Stativstange und Muffe befestigen. Den Drucksensor auf das Mobile-CASSY stecken und mittels flexiblen Schläuchen mit der Drucksonde verbinden. Das Mobile-Cassy mit einem 12 V Steckernetzteil betreiben.)*

**Bitte beachten Sie die Hinweise zur Bedienung des Gebläses und die Sicherheitshinweise aus der Anleitung zu Versuch 3a.**

### 4. Versuchsdurchführung

Messen Sie die Kraft, die auf die Widerstandskörper im Strömungsfeld wirkt, bei einem Abstand Düsenöffnung - Winkelhalterspitze von 15 cm und 29 cm, entsprechend der Position der Schlaufen an der Schnur.

Stecken Sie jeweils einen Widerstandskörper auf den Winkelhalter, schalten dann das Saug- und Druckgebläse bei minimaler Drehzahleinstellung ein und erhöhen die Drehzahl feinfühlig bis zur maximalen Einstellung. Nach Erreichen des stationären Zustands den Wert vom Sektor-Kraftmesser ablesen und protokollieren. Danach die Position des Widerstandskörpers ändern, indem sie den Rollwagen an die andere Schlaufe hängen.

Messen und protokollieren Sie ebenfalls mit Hilfe der Drucksonde den Staudruck an der Position des Widerstandskörpers.

Führen Sie die Kraftmessung für alle Widerstandskörper durch, den Stromlinienkörper in beide Richtungen messen. Bestimmen Sie auch den Durchmesser bzw. die Fläche der einzelnen Widerstandskörper.

### 5. Auswertung

Berechnen Sie aus ihren Messungen jeweils den Widerstandsbeiwert der gemessenen Widerstandskörper.

Vergleichen Sie Ihre ermittelten Werte für den Widerstandsbeiwert mit typischen Werten aus der Literatur.

Literatur

[1] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch

[2] Gerthsen Physik, Springer-Verlag