

Wasserstromliniengerät 1006784

Bedienungsanleitung

09/15 ALF



- 1 Velourspapierbögen
- 2 Tupfer für Farbstoff
- 3 Fläschchen mit Farbstoff
- 4 Acrylglaswanne, flach
- 5 Acrylglaswanne, hoch
- 6 Maske

1. Beschreibung

Das Wasserstromliniengerät dient zur Demonstration und Untersuchung laminarer Strömungen im Wasser. Experimente zu folgenden Schwerpunkten sind möglich:

- Entstehung einer Strömung in Wasser
- Stromlinienverlauf bei einer geradlinigen laminaren Wasserströmung
- Stromlinienverlauf beim Umströmen verschieden geformter Körper
- Stromlinienverlauf um eine Tragfläche bei unterschiedlichem Anstellwinkel
- Stromlinienverlauf an einer Einengung

Das Wasserstromliniengerät besteht aus zwei quaderförmigen Acrylglaswannen. Die hohe Wanne ist mit einem Zwischenboden versehen, so dass ihr oberer Teil mit Wasser gefüllt werden kann. Die untere Wanne dient als Untersatz, der das herabfließende Wasser auffängt. Die Strömung des Wassers vollzieht sich in rechteckigen Stücken aus Velourspapier, deren oberes Ende in die hohe Wanne hineinragt. Die Velourspapierbögen enthalten Aussparungen, die es ermöglichen, verschiedene Strömungsverläufe zu erzeugen. Auf das Velourspapier wird eine Maske gesteckt. Sie besitzt Aussparungen, die der gleichmäßigen Markierung der Strömung mit Farbstoff dienen.

2. Lieferumfang

2 Acrylglaswannen
1 Maske
20 Blätter Velourspapier mit Aussparungen
1 Fläschchen mit Farbstoff
Tupfer für Farbstoff
Gummihandschuhe

3. Technische Daten

Abmessungen: ca. 220x140x240 mm³
Masse: ca. 1 kg

4. Funktionsprinzip

Infolge der Kapillarität und der Gewichtskraft des Wassers wird dieses aus der oberen Wanne herausgesaugt und strömt mit geringer und konstanter Geschwindigkeit in dem Velourspapier nach unten. Dort tropft es ab und sammelt sich in der flachen Wanne. Um den Stromlinienverlauf beobachten und aufzeichnen zu können, wird die Wasserströmung mit Farbstoff markiert. Das erfolgt in der Nähe der oberen Kante der mit Wasser gefüllten Wanne in konstantem Abstand voneinander. Durch ggf. wiederholtes Einfärben der Strömung an diesen Stellen wird der Strömungsverlauf durch die entstehenden farbigen Linien markiert. An den Aussparungen im Velourspapier verändert sich der Verlauf der Strömung. Durch den Farbstoff werden die jeweiligen Wege des strömenden Wassers sichtbar. Nach dem Hindernis stellt sich allmählich der ursprüngliche Strömungsverlauf wieder ein.

Infolge der geringen Dicken der Wasserschicht und des Strömungswiderstandes der Fasern im Velourspapier wird die Strömungsgeschwindigkeit auf etwa 2 mm/s begrenzt. Dadurch kann man das Entstehen des Stromlinienbildes der laminaren Strömung gut beobachten. Ein besonderer Vorteil des Wasserstromliniengeräts besteht darin, dass die entstandenen Stromlinienbilder durch Trocknen der Velourspapierblätter für die spätere Nutzung erhalten werden können.

5. Bedienung

- Den oberen Teil der hohen Wanne bis wenige Millimeter unter den Rand mit Wasser füllen.
- Dann das gewünschte Velourspapierstück auswählen.
- Zunächst das Papier mit Wasser tränken. Dazu kann man Wasser über das Papier

fließen lassen oder dieses in ein flaches Gefäß mit Wasser vollständig eintauchen.

- Den oberen Rand des Velourspapiers nach hinten abknicken, wobei die Veloursseite dem Betrachter zugewandt ist.
- Den abgeknickten Teil so über den Rand der Acrylglaswand legen, dass er gut ins Wasser reicht.
- Auf der Vorderseite von oben nach unten mit der Hand über das Velourspapier streichen, um mögliche Luftblasen zwischen Acrylglaswand und Papier zu beseitigen.
- Dann die Maske über den Velourspapierbogen auf die obere Wanne stecken (siehe Fig. 1).



Fig. 1

- Mit dem Tupfer Farbstofflösung an die Aussparungen der Maske bringen. Sollte der Farbstoff nicht ausreichen, so kann dieser Vorgang wiederholt werden.
- Bei Benutzung von gefärbtem Wasser darauf achten, dass z.B. Kleidung nicht bespritzt wird.

Auf dem Velourspapier entwickelt sich schrittweise das jeweilige Stromlinienbild.

- Danach die Maske entfernen, das Velourspapier herausnehmen und trocknen (z.B. über einem horizontal aufgespannten Bindfaden gehängt).

Hinweis: Die Aussparungen können leicht selbst in entsprechende Velourspapierstücke geschnitten werden. Dabei sind beliebige Formen und Lagen der umströmten Körper möglich. Das Velourspapier sollte eine möglichst helle Farbe besitzen.

6. Versuchsbeispiele

6.1. Stromlinienverlauf bei einer geradlinigen laminaren Strömung

- Das Velourspapierblatt ohne Aussparungen verwenden.

Die farbigen Linien verlaufen in konstantem Abstand voneinander vertikal nach unten (siehe Fig. 2).

Ergebnis: In einer geradlinigen laminaren Strömung verlaufen alle Stromlinien parallel. Rich-

tung und Geschwindigkeit der Strömung sind an allen Stellen gleich.

6.2 Stromlinienverlauf um verschieden geformte Körper

- Nacheinander die Velourspapierbögen mit einer kreisrunden, einer halbkreisförmigen und einer rechteckigen Aussparung benutzen.

Vor dem Körper teilt sich jeweils die Strömung. Die Stromlinien verlaufen seitlich an dem Körper vorbei. Dabei verringert sich ihr gegenseitiger Abstand. Nach dem Körper vereinigt sich die Strömung wieder. Zwischen den einzelnen Stromlinien tritt wieder etwa der gleiche Abstand wie vor der Umströmung des Hindernisses auf (siehe Fig. 3 a, b, c).

Ergebnis: Der Strömungskörper bewirkt in seiner unmittelbaren Nähe eine Richtungsänderung der Strömung. Dabei nimmt die Geschwindigkeit der Strömung zu und die Stromlinien rücken enger aneinander. Nach der Umströmung nimmt die Strömungsgeschwindigkeit wieder ab. Der Abstand zwischen den Stromlinien wird größer. Schließlich laufen sie wieder parallel zueinander.

6.3 Umströmung eines Tragflächenprofils

- Experiment mit den Velourspapierbögen mit der Aussparung in Form eines Tragflächenprofils durchführen.

Oberhalb der Tragfläche tritt eine starke Richtungsänderung und Verdichtung der Stromlinien auf. Daraus folgt eine große Strömungsgeschwindigkeit. Unterhalb der Tragfläche nimmt die Strömungsgeschwindigkeit nicht so stark zu.

Das Experiment wird mit dem Velourspapierbogen wiederholt, in dem der Neigungswinkel größer als Null ist. Die Richtungsänderung der Stromlinien ist in dem oberen Bereich besonders stark ausgeprägt. Unterhalb des Tragflächenprofils verlaufen die Stromlinien zunächst auf dieses zu, um dann nach unten abgedrängt zu werden (siehe Fig. 4 a, b).

Ergebnis: Das Stromlinienbild eines Tragflächenprofils lässt oberhalb des Profils die starke Geschwindigkeitszunahme infolge der eng verlaufenden Stromlinien erkennen. Unterhalb der Tragfläche bewegt sich die strömende Flüssigkeit bei positivem Anstellwinkel zunächst auf die Tragfläche zu, um dann nach unten abgelenkt zu werden.

6.4 Stromlinienverlauf an einer Verengung

- Das Velourspapierblatt verwenden, bei dem sich Aussparungen zu beiden Seiten befinden.

Bei Annäherung an die Verengung erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit. Die Stromlinien rücken enger aneinander. Bei Verlassen der Verengung streben die Stromlinien wieder auseinander, so dass der ursprüngliche Stromlinienverlauf auftritt (siehe Fig. 5).

Ergebnis: An einer Verengung verringert sich der Abstand der Stromlinien. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt stark zu. Hinter der Verengung vergrößert sich der Abstand der Stromlinien wieder. Die Strömungsgeschwindigkeit sinkt.

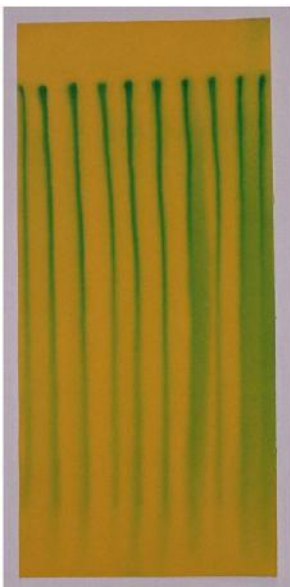


Fig. 2



Fig. 3 a, b c



Fig. 4 a, b

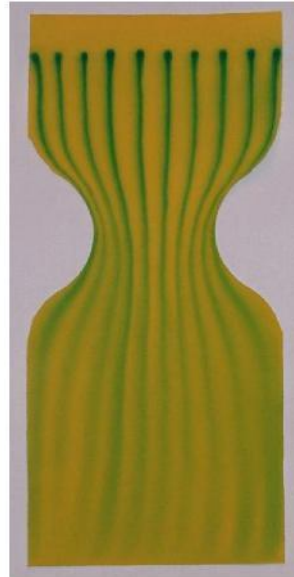


Fig. 5