Doppelwand-Zylinder

Taylor-Couette´sche Strömungen



Was tun und beachten:

- *Stellen Sie mit dem Drehknopf eine niedrige Geschwindigkeit für den inneren Zylinder ein.*
  Wie verhält sich die Flüssigkeit?

- *Drehen Sie mit dem Handrad den äusseren Zylinder langsam und gleichmässig parallel oder gegen-läufig zum inneren Zylinder.*
  Was passiert?

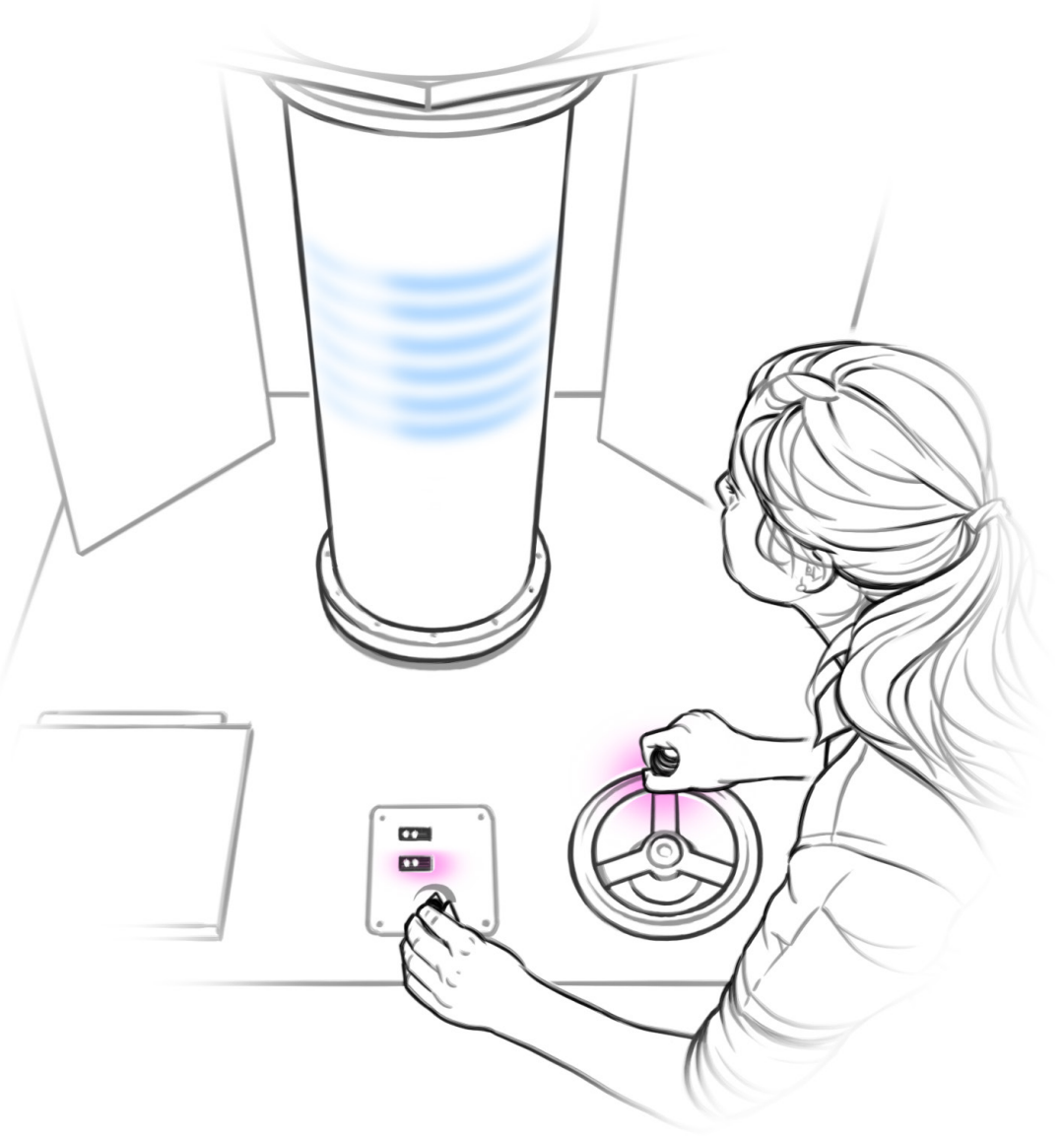
Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext

Konzept und Ausführung: TH Darmstadt (D), Institut für Mechanik
“Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd”; Nr. 10432

Doppelwand-Zylinder

Taylor-Couette´sche Strömungen



Was tun und beachten:

- *Stellen Sie mit dem Drehknopf eine niedrige Geschwindigkeit für den inneren Zylinder ein.*
  Wie verhält sich die Flüssigkeit?

- *Drehen Sie mit dem Handrad den äusseren Zylinder langsam und gleichmässig parallel oder gegen-läufig zum inneren Zylinder.*
  Was passiert?

Wer mehr wissen möchte:

Konzept und Ausführung: TH Darmstadt (D), Institut für Mechanik
“Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd”; Nr. 10432

Doppelwand-Zylinder

Taylor-Couette´sche Strömungen

Wer mehr wissen möchte

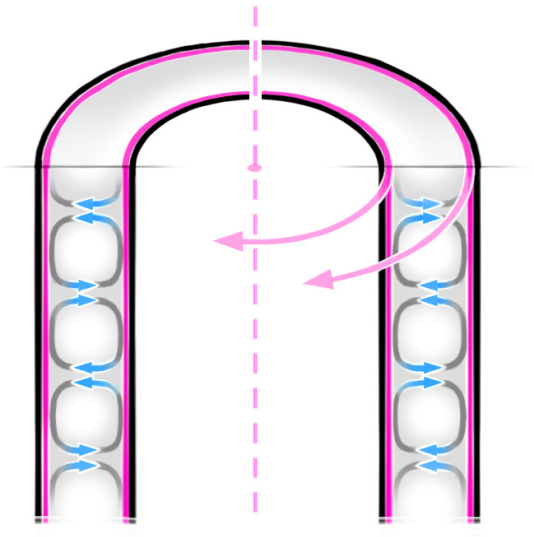
Dreht sich der innere Zylinder genügend schnell gegenüber dem äusseren, bildet die Flüssigkeit dazwischen horizontale, parallele Strömungszonen.

Zwischen den beiden ineinander gestellten Zylindern befindet sich eine Flüssigkeit aus Wasser und Kristallen, die die Strömung sichtbar macht. Dreht sich nur der innere Zylinder langsam, versetzen die Reibungskräfte zwischen Zylinderwand und Flüssigkeit diese in Rotation. Sie dreht sich als laminare Strömung mit um den Innenzylinder angeordneten Schichten, während sie zum Aussenzylinder hin ruht. Dieser Strömungstyp tritt auch dann auf, wenn sich nur der äussere Zylinder langsam dreht und der innere ruht. Die Flüssigkeit schiebt sich dann gleichmässig, homogen und ohne erkennbare Muster an der Aussenwand vorbei.

Dreht sich jedoch der Innenzylinder deutlich schneller als der Aussenzylinder, zerlegt sich die Flüssigkeit in horizontale, gleichmässig dicke Streifen. Diese Taylor-Couette´sche genannte Strömung tritt immer dann auf,



wenn sich die inneren Schichten der Flüssigkeit schneller als die äusseren bewegen. Die Zentrifugalkraft drängt dabei die inneren Schichten nach aussen zum Rand. Diese können sich aber nicht als Ganzes nach aussen bewegen, da sich dort ja die äusseren Flüssigkeitsschichten befinden. Als Folge entstehen an der äusseren Zylinderwand kleine Wirbel, die senkrecht zur Rotationsachse stehen. Sie zerlegen die Flüssigkeit in Zellen und separieren sie in die abgebildeten Strömungszonen.



Bei einer weiteren Erhöhung der Rotationsgeschwindigkeit des inneren Zylinders zerfällt die Taylor-Couette´sche Strömung wieder und geht in eine ungeordnete, turbulente Strömung über.

Was tun und beachten:

Konzept und Ausführung: TH Darmstadt (D), Institut für Mechanik
“Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd”; Nr. 10432

Double Wall Cylinder

Taylor-Couette Flow



To do and notice:

- *Use the knob to set a low speed for the inner cylinder.*
  How does the liquid behave?

- *Use the hand-wheel to turn the outer cylinder slowly and evenly parallel or in opposite directions to the inner cylinder.*
  What is happening?

Want to know more?

Concept and realisation: TH Darmstadt (Germany), Institut für Mechanik
“Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd”; Nr. 10432

Double Wall Cylinder

Taylor-Couette Flow

Want to know more?

Between the two nested cylinders is water containing tiny crystals, which make flow patterns visible. If the inner cylinder rotates sufficiently fast in relation to the outer, the liquid between them forms horizontal, parallel flow zones.

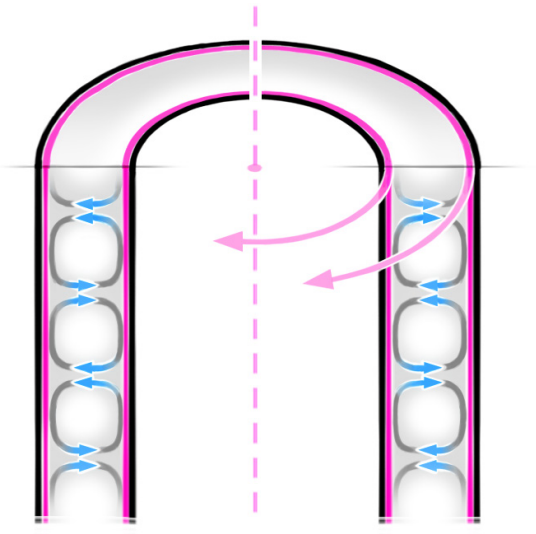
If only the inner cylinder rotates slowly, the frictional forces between the cylinder wall and the liquid cause it to rotate. The water rotates around the inner cylinder as a set of concentric cylindrical layers, rotating inside one another: the layer being slowest at the outer cylinder wall. This flow type also occurs when only the outer cylinder rotates slowly and the inner one is stationary. The liquid then slides evenly, homogeneously and without recognizable patterns past the outer wall.

However, if the inner cylinder rotates much faster than the outer cylinder, the liquid decomposes into horizontal, uniformly thick strips.



This Taylor-Couette flow always sets in when the inner layers of the liquid move much faster than the outer ones. Centrifugal force pushes the inner layers out towards the edge. However, they cannot move outwards as a whole, because of the outer liquid layers.

As a result, at the outer cylinder wall small vortices arise, which are perpendicular to the axis of rotation of the cylinders. They break the liquid into cells and separate them into the separated flow zones.



As the rotational speed of the inner cylinder increases further, the Taylor-Couette flow decays again, forming a disordered, turbulent flow.

To do and notice:

Concept and realisation: TH Darmstadt (Germany), Institut für Mechanik
“Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd”; Nr. 10432

Cylindre à double paroi

Les tourbillons de Taylor-Couette



A vous de jouer:

- *A l'aide du bouton, réglez la vitesse de rotation du cylindre interne à une vitesse faible.*
  Comment réagit le fluide?

- *Avec le volant, faites tourner le cylindre extérieur lentement et régulièrement, dans le même sens ou dans le sens inverse du cylindre intérieur.*
  Que se passe-t-il?

Pour en savoir plus:

Concept et réalisation: TH Darmstadt (Allemagne), Institut für Mechanik
"Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd"; Nr. 10432

Cylindre à double paroi

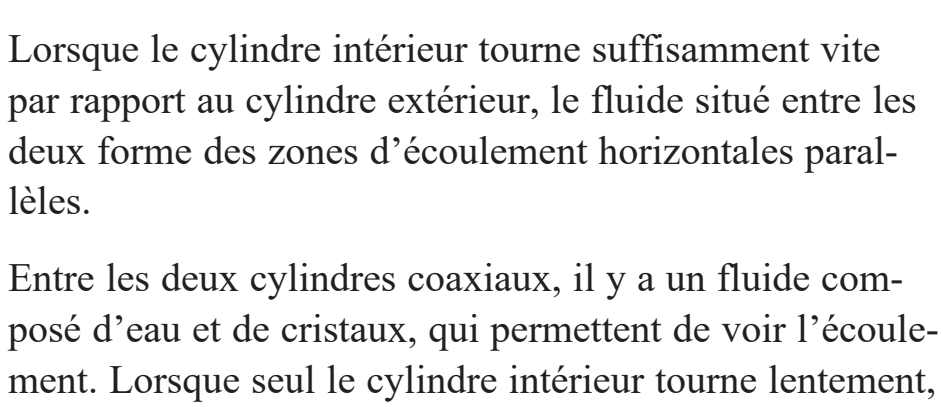
Les tourbillons de Taylor-Couette

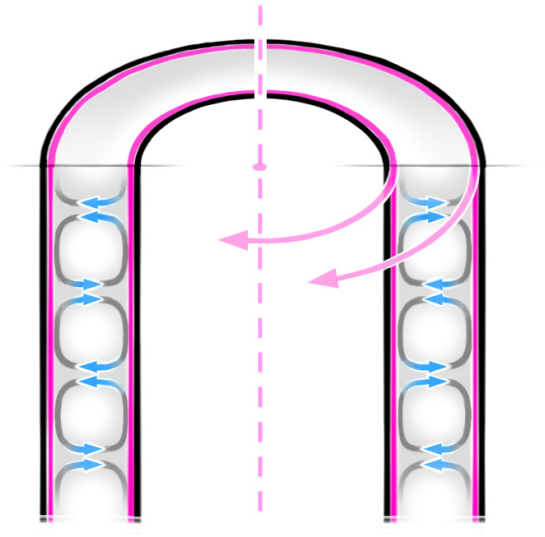
Pour en savoir plus

Lorsque le cylindre intérieur tourne suffisamment vite par rapport au cylindre extérieur, le fluide situé entre les deux forme des zones d'écoulement horizontales parallèles.

Entre les deux cylindres coaxiaux, il y a un fluide composé d'eau et de cristaux, qui permettent de voir l'écoulement. Lorsque seul le cylindre intérieur tourne lentement, les forces de frottement entre la paroi du cylindre et le fluide mettent ce dernier en rotation. Le fluide tourne en écoulement laminaire avec des couches parallèles à la paroi du cylindre interne, alors qu'il reste immobile au niveau du cylindre extérieur. Ce type d'écoulement se manifeste également lorsque seul le cylindre extérieur tourne lentement tandis que le cylindre intérieur est à l'arrêt. Le fluide glisse alors sur la paroi du cylindre extérieur d'une façon régulière et homogène, sans former de motif distinct.

Mais lorsque le cylindre intérieur tourne nettement plus vite que le cylindre extérieur, le fluide se sépare en bandes horizontales d'épaisseur régulière. Ce tourbillon dit de Taylor Couette se produit chaque fois que les couches internes du fluide se déplacent plus vite que les couches externes. La force centrifuge pousse les couches internes vers la périphérie. Mais ces couches ne peuvent pas se déplacer complètement vers l'extérieur, puisqu'elles se heurtent aux couches extérieures du fluide. Il se produit donc sur la paroi du cylindre extérieur de petits tourbillons perpendiculaires à l'axe de rotation. Ces tourbillons décomposent le fluide en cellules qui se séparent en zones d'écoulement visibles.





Si l'on augmente encore la vitesse de rotation du cylindre intérieur, les tourbillons de Taylor Couette disparaissent pour laisser la place à un écoulement turbulent et désorganisé.

A vous de jouer:

Concept et réalisation: TH Darmstadt (Allemagne), Institut für Mechanik
"Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd"; Nr. 10432

Cilindro a doppia parete

Correnti di Taylor-Couette



Che cosa fare:

- *Ruotate la manopola in modo da ottenere una bassa velocità di rotazione per il cilindro interno. Come si comporta il fluido?*
- *Ruotate lentamente la manovella esterna parallelamente oppure in senso inverso al cilindro interno. Che cosa succede?*

Vuole saperne di più?

Concetto e realizzazione: TH Darmstadt, Institut für Mechanik
“Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd”; Nr. 10432

Cilindro a doppia parete

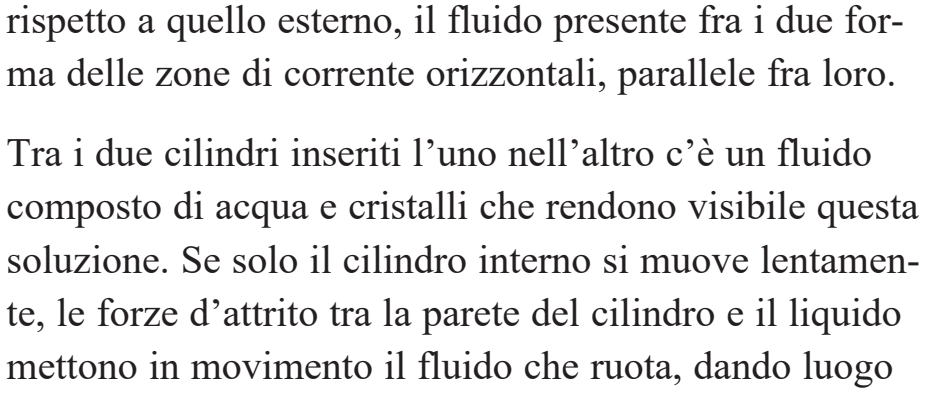
Correnti di Taylor-Couette

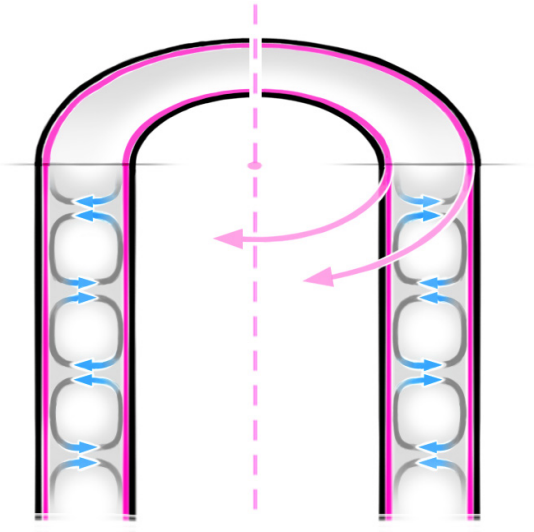
Vuole saperne di più?

Se il cilindro interno si muove abbastanza velocemente rispetto a quello esterno, il fluido presente fra i due forma delle zone di corrente orizzontali, parallele fra loro.

Tra i due cilindri inseriti l'uno nell'altro c'è un fluido composto di acqua e cristalli che rendono visibile questa soluzione. Se solo il cilindro interno si muove lentamente, le forze d'attrito tra la parete del cilindro e il liquido mettono in movimento il fluido che ruota, dando luogo a un flusso laminare negli strati intorno al cilindro, che rimane invece fermo nella parte esterna. Questo tipo di corrente si presenta anche quando solo il cilindro esterno ruota lentamente e quello interno è fermo. Allora il fluido scorre uniformemente e omogeneamente, senza dar luogo a configurazioni riconoscibili sulla parete esterna.

Quando invece il cilindro interno ruota in modo sensibilmente più veloce di quello esterno, il fluido si suddivide in fasce orizzontali di uguale spessore. Queste cosiddette fasce di Taylor-Couette compaiono quando gli strati interni del fluido si muovono più velocemente di quelli esterni. Allora la forza centrifuga spinge fuori gli strati interni fino al bordo. Questi però non possono spostarsi in massa verso l'esterno, perché lì si trovano già gli strati esterni del liquido. Di conseguenza, lungo la parete esterna del cilindro si formano piccoli vortici che si dispongono longitudinalmente rispetto all'asse di rotazione. Allora suddividono il liquido in celle, separandosi poi nelle zone di corrente raffigurate.





Aumentando ulteriormente la velocità di rotazione del cilindro interno, la corrente di Taylor-Couette si suddivide nuovamente e le subentra una configurazione disordinata e turbolenta della corrente.

Che cosa fare:

Concetto e realizzazione: TH Darmstadt, Institut für Mechanik
"Taylor-Couettesche Strömungen_DEFI.indd"; Nr. 10432