



Doctoral Thesis

## Experimentelle Untersuchung der instationären Ablösung an einer plötzlich gebremsten Wand

**Author(s):**

Ehrensperger, Markus O.

**Publication Date:**

1982

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000306768> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 7166

Experimentelle Untersuchung der instationären Ablösung an  
einer plötzlich gebremsten Wand

---

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Technischen Wissenschaften  
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

MARKUS O. EHRENSPERGER

Dipl. Masch.-Ing. ETHZ

geboren am 18. Juli 1949

von Winterthur ZH

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. H. Thomann, Referent  
Prof. Dr. N. Rott, Korreferent

ok Gotthard Zürich 1982

## K U R Z F A S S U N G

Instationäre Strömungen sind technisch von grosser Bedeutung. Ihre theoretische Behandlung scheitert oft daran, dass die Modelle in Ermangelung geeigneter experimenteller Grundlagen nicht problemgerecht formuliert werden können. Die instationären Experimente sind häufig mit Unsicherheiten belastet, da das den instationären Vorgang auslösende Moment zu wenig genau unter Kontrolle ist oder weil das Strömungsfeld ungenügend ausgemessen ist. Für die vorliegende Untersuchung wird deshalb während der Beobachtung der instationären Vorgänge weder die Anströmgeschwindigkeit noch die Geometrie verändert.

Die verwendete Versuchsanordnung erzeugt den die Ablösung verursachenden Druckanstieg durch eine Querschnittserweiterung in einem geschlossenen Rechteckkanal. Um eine Ablösung an der überströmten Zylinderfläche zu verhindern, wird diese in Strömungsrichtung mitbewegt. Um zudem eine Ablösung an den festen Wänden zu unterbinden, wird im Bereich des Druckanstiegs ein Teil der energiearmen Strömung abgesaugt.

Die stationären Voruntersuchungen zeigen, dass die Geschwindigkeit der bewegten Wand das Strömungsfeld entscheidend prägt. Einen Ort besonderer Bedeutung bildet dabei der Uebergang von der festen zur bewegten Wand.

Für die instationären Experimente wird der drehende Zylinder plötzlich abgebremst; die Bremszeit liegt zwischen  $1/40$  und  $1/2$  einer Ueberströmzeit. Die zeitliche Entwicklung des Strö-

mungsfeldes nach der Bremsung wird anhand des Signals eines Hitzdrahtanemometers unter Verwendung einer Datenerfassungsanlage PDP-8 untersucht.

Die instationären Resultate zeigen, dass das Gebiet vor dem Staupunkt in der wandnahen Zone unmittelbar von der Bremsung beeinflusst wird. Die Erfüllung der Kontinuität führt in der Aussenströmung zu einer merklichen Erhöhung der Geschwindigkeit in einem bedeutenden Gebiet ausserhalb der sich ausbildenden Ablösung. Die Ausbreitung der Störung stromabwärts erfolgt stark verzögert; eine kontinuierliche Bildung der Rückströmzone fehlt hier vollständig. Vielmehr fährt die Front der Ablösungsblase einige Ueberströmzeiten später wie eine Wand vorbei, begleitet von entsprechenden Uebergeschwindigkeiten ausserhalb der Ablösung. Die zeitliche Ausbildung der Ablösungsphase ist im laminaren und im turbulenten Fall ähnlich.

## A B S T R A C T

Unsteady fluid dynamics can be important for oscillation and vibration problems. The theoretical investigation is hampered by the lack of experimental data. The unsteady experiments are often uncertain, because the unsteady parameters are not exactly controlled or because the fluid field is unsufficiently documented. In the present experiments neither the free stream velocity nor the geometry has been changed during the observation of the unsteady events.

A rectangular channel with an area increase was used. To prevent separation, one wall was part of a rotating cylinder and the boundary layer on the other three walls was partly removed by suction. Separation was started by suddenly stopping the motion of the cylinder.

The investigation of the flow field with the rotating cylinder shows that the velocity of the moving wall has a strong influence on the velocity field. An important point is the transition from the fixed to the moving wall.

For the unsteady experiments the moving wall is abruptly stopped; the stopping time takes between  $1/40$  and  $1/2$  of  $R/U$ . The development of the flow field is examined with a hot-wire anemometer using a PDP-8 data processing equipment. The unsteady results show that the region upstream

of the stagnation point is directly influenced by the stopping of the moving wall. The continuity condition leads to a significant increasing of the velocity outside the increasing separation bubble. The downstream expansion of the separation has a significant delay and the continuous formation of a backflow does not appear. The formation of the final separation takes about equal times for laminar and for turbulent flow in the oncoming boundary layer.