

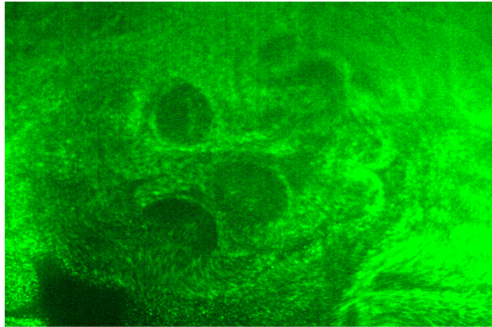


Fabio Flütsch

Diplomand	Fabio Flütsch
Examinator	Prof. Dr. Benno Bucher
Experte	Philipp Hofer, IET, Rapperswil, SG
Themengebiet	Thermo- und Fluidodynamik

## Messmethode zur Visualisierung von Turbulenzen

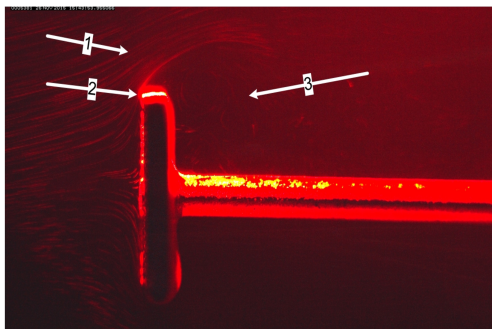
### Thermofluidynamik



Wirbel eines Dampfgebietes

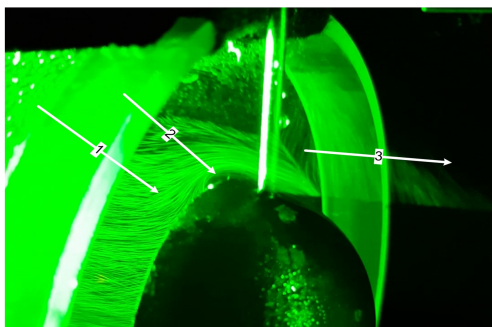
**Problemstellung:** Das Verhalten von Strömungen mit experimentellen Verfahren zu visualisieren ist herausfordernd. Fluide können sehr hohe Geschwindigkeiten erreichen. Es werden grosse Anforderungen an das Equipment gestellt, da Gase oder Flüssigkeiten im Strömungszustand schwer zu kontrollieren sind. Die moderne Technik ermöglicht neue Methoden, die der Visualisierung von laminaren und turbulenten Strömungen dienen. Es werden jedoch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen und besonders gute Lichtverhältnisse benötigt.

**Ziel der Arbeit:** Mit einer Hochgeschwindigkeitskamera sollen Turbulenzen aufgenommen werden. Die Kamera ermöglicht Aufnahmen bis zu 100'000 Bildern pro Sekunde. Es soll ein experimentelles Verfahren anhand einer Konzeptstudie entwickelt werden. Die Aufnahmen von den Strömungen werden analysiert und ausgewertet. Das Verhalten von Wirbeln und das Grenzschichtverhalten werden aufgezeigt. Zur Auswertung der Aufnahmen wird der Wissensstand zu technischen Strömungen erweitert. Die grösste Herausforderung ist eine starke, schichtweise Beleuchtung des Fluides.



2D-Ansicht von der umströmung einer Platte; 1. Laminare Strömungslinien 2. Position vom Strömungsabriss 3. Wirbel im turbulenten Gebiet

**Ergebnis:** Mit der verwendeten Hochgeschwindigkeitskamera können in einer Strömung Turbulenzen nicht nur beobachtet, sondern auch ausgemessen werden. Es lassen sich die Ablösefrequenzen und die Geschwindigkeiten der Wirbel bestimmen. Es konnte beobachtet werden, wie die Wirbel in einem turbulenten Gebiet entstehen und sich wieder auflösen. Die Grenzschicht konnte in den Aufnahmen im laminaren Bereich beobachtet werden; der Grenzschichtumschlagpunkt konnte jedoch durch die zu tiefe Strömungsgeschwindigkeit nicht erreicht werden. Die Strömungen mit der Hilfe einer Hochgeschwindigkeitskamera zu beobachten, trägt zu einem verbesserten Verständnis des Verhaltes von Fluiden bei. Einige nicht berechenbare Daten können mit der Kamera experimentell bestimmt werden.



Ein Ausschnitt am Windkanal mit einer Strömung an der Halbkugel; 1. Laminare Strömung 2. Turbulenz 3. Strömungsrichtung