

Untersuchung von Mehrlochsonden

Fachgebiet: Maschinentechnik

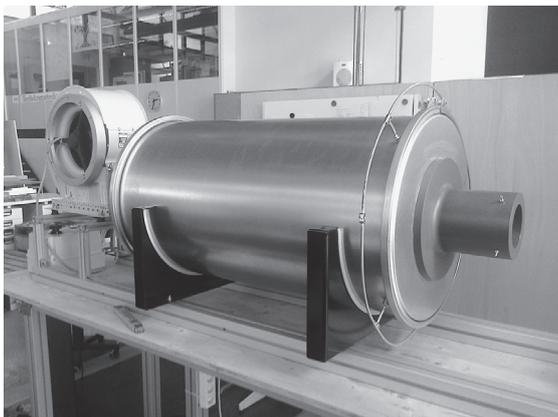
Betreuer: Lukas Moser, Prof. Dr. Kurt M. Graf

Experte: Benno Bitterli

Die exakte Messung von Strömungsgeschwindigkeiten ist anspruchsvoll. Mit Mehrloch-Druckmesssonden werden in Maschinen und verfahrenstechnischen Anlagen Geschwindigkeitsfelder von Fluidströmungen gemessen. Besonders im Bereich der thermischen Turbomaschinen werden pneumatische Strömungssonden als Messinstrument häufig eingesetzt. Mehrlochsonden werden üblicherweise in einem Freistrah-Windkanal kalibriert.

Ausgangslage

Mit einem Prandtl-Rohr misst man mit zwei Druckmessbohrungen den statischen Druck und den Gesamtdruck in einer Strömung. Ein Prandtl-Rohr misst nur genau, wenn es exakt von vorne angeströmt wird. Mehrlochsonden hingegen berücksichtigen bis zu einem gewissen Grad eine nicht exakte Ausrichtung zur Strömungsrichtung. Dadurch können auch Querströmungen exakt gemessen werden. Nach der Anzahl der Druckmessbohrungen unterscheidet man Dreilochsonden für die ebene, und Fünflochsonden für die räumliche Strömungsmessung. Zur Bestimmung des Geschwindigkeitsvektors aus den Bohrungsdrücken müssen die Mehrlochsonden vor der eigentlichen Messung unter definierten und kontrollierten Bedingungen kalibriert werden. Diese idealen Bedingungen liefert die Kernströmung in einem bekannten Freistrah. Im Kern des Freistrahls ist der Geschwindigkeitsvektor der Strömung bekannt und konstant. Neben der experimentellen Kalibrierung bietet sich die numerische Strömungssimulation (CFD) zur Vorausberechnung von Kalibrierbeiwerten und Kalibrierkurven an.



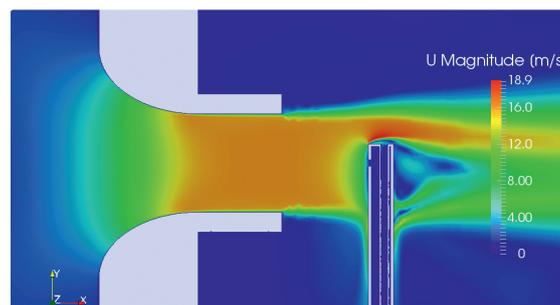
Freistrah-Windkanal für die experimentelle Kalibrierung von Mehrlochsonden

Vorgehen

In den ersten Wochen der Thesis befand sich der für die experimentelle Kalibrierung erforderliche Freistrah-Windkanal noch im Aufbau. Deshalb wurde zunächst ein Zylinder-Staurohr vom Hersteller Paul Gothe mittels Strömungssimulationen untersucht. Es konnte bestimmt werden, welchen Einfluss auf die Messung eine Verdrehung und Neigung des Staurohrs relativ zur Hauptströmungsrichtung hat. Die Resultate aus den Strömungssimulationen konnten anschliessend mit den experimentell ermittelten Resultaten im Windkanal verglichen werden. Eine weitere Aufgabe war die Entwicklung einer neuen Zylinder-Mehrlochsonde, mit der neben dem Betrag der Geschwindigkeit auch die Anströmrichtung ermittelt werden kann.

Ergebnisse

Die Strömungssimulationen und die Messungen im Windkanal am Zylinder-Staurohr von Paul Gothe ergaben eine gute Übereinstimmung mit den Angaben des Herstellers. Die neuentwickelte Zylinder-Mehrlochsonde konnten im Rahmen der Thesis hergestellt werden. Während dem Bau der Sonde wurden für einige Geschwindigkeiten erste Kalibrierbeiwerte mit numerischen Strömungssimulationen vorausberechnet. Für dieselben Geschwindigkeiten wurden anschliessend die Kalibrierbeiwerte experimentell im Windkanal ermittelt. Die Berechnungsergebnisse und Messergebnisse konnten danach miteinander verglichen werden.



Geschwindigkeitsfeld um Staurohr, CFD-Simulation



Dominique Leber

+41 79 608 32 41

lebed1@bfh.ch