

# **Projektarbeit zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit mit Hilfe einer Messbrücke**

Michael Przybilla

Michael Wilke

Moritz Zindler

29. Februar 2004

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Versuchsdurchführung</b>                                  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Aufgabenstellung . . . . .                                   | 3         |
| <b>2</b> | <b>Optimierung des Versuchsaufbaus</b>                       | <b>4</b>  |
| 2.1      | Einführung . . . . .   | 4         |
| 2.2      | Aufbau des Strömungskanals . . . . .                         | 5         |
| 2.3      | Umbau des Strömungskanals . . . . .                          | 5         |
| <b>3</b> | <b>Bau der Meßbrücke</b>                                     | <b>8</b>  |
| 3.1      | Grundsätzliche Wirkungsweise der Meßschaltungen . . . . .    | 8         |
| 3.2      | Entwicklung einer neuen Schaltung . . . . .                  | 10        |
| 3.3      | Spezifizierung der Meßbrücke . . . . .                       | 12        |
| 3.3.1    | Temperaturverhalten und Kompensationseigenschaften . . . . . | 12        |
| 3.3.2    | Fehlertoleranzen . . . . .                                   | 13        |
| 3.4      | Einsatz neuer Temperatursensoren . . . . .                   | 15        |
| <b>4</b> | <b>Auswertung</b>  | <b>16</b> |
| 4.1      | Strömungsbedingungen im Kanal . . . . .                      | 16        |
| 4.2      | Interpretation . . . . .                                     | 17        |
| 4.2.1    | Verlauf der Brückenkurve . . . . .                           | 18        |
| 4.2.2    | Verlauf der Strömungsgeschwindigkeit . . . . .               | 19        |
| 4.3      | Ausblick . . . . .   | 20        |

# 1 Versuchsdurchführung

## 1.1 Aufgabenstellung

Im Labor für Sensorik der FH Braunschweig-Wolfenbüttel wird ein Laborversuch mit dem Titel Kennlinien von Temperatur-, Druck-, Kraft- und Strömungssensoren angeboten. Der Teilversuch 2.3, Messen der Strömungsgeschwindigkeit von Luft, soll genauer untersucht werden.

Das eigentliche Endergebnis des Teilversuchs, stellt die gemessene Strömungsgeschwindigkeit als Funktion der gemessenen Brückenspannung in einem Diagramm dar. Die Abbildung 1 zeigt zwei aufgenommene Beispielgraphen, wie sich das Ergebnis letztendlich darstellt. Dies Ergebnis ist jedoch aus folgenden Gründen als unbefriedigend zu bewerten:

- Ein großes Problem bei der Versuchsdurchführung stellt der Versuchsaufbau an sich dar. Da sich die Referenz (das Flügelradanemometer) nicht genau an einem Punkt im Strömungskanal postieren läßt und wir keine konstanten Strömungsbedingungen in dem Strömungskanal vorfinden, ändert sich das Ergebnis mit der Position des Flügelradanemometers. Die Abbildung 1 zeigt hierbei einen besonders gut und einen schlecht aufgenommenen Kurvenverlauf. In der Praxis zeigt sich, daß die Ergebnisse zwischen diesen Kurvenverläufen liegen.
- Die verwendete Meßbrücke bietet durch ihre Konstruktion nur einen im mV liegenden Wertebereich. Dadurch tritt ebenfalls eine hohe Fehlerwahrscheinlichkeit auf, da der Kurvenverlauf nun durch äußere Einflüsse wie Temperaturschwankungen sehr stark verfälscht werden kann.

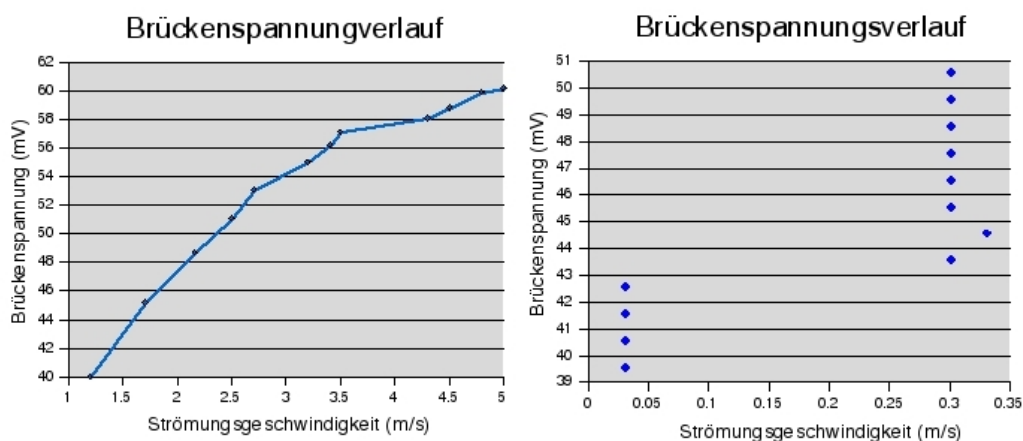


Abbildung 1: Aufgenommene Beispielergebnisse

Die Aufgabenstellung für diese Projektarbeit besteht nun darin, den Versuch reproduzierbar zu machen und das Ergebnis eindeutiger zu gestalten, indem systematische Meßfehler gesucht und bereinigt werden. Zum Schluß soll ein Diagramm mit einem deutlicher zu interpretierenden Kurvenverlauf entstehen. Dieses soll durch zwei Schritte geschehen:

- Eine bessere Reproduzierbarkeit des Ergebnisses soll durch Umbau und Optimierung des Versuchsaufbaus bewerkstelligt werden.
- Zudem soll eine neue Meßbrücke angefertigt werden, deren Wertebereich deutlich größer ausfallen soll. Dadurch werden die systematische Fehler und dadurch die Messunsicherheiten reduziert.

## 2 Optimierung des Versuchsaufbaus

### 2.1 Einführung

Wie auch aus der Abbildung 1 ersichtlich ist das Ziel einen möglichst konstanten Strömungsverlauf im Kanalquerschnitt zu gewährleisten. Die Abbildung 2 zeigt den Versuchsaufbau, wie er zu Beginn der Projektarbeit vorgefunden wurde.

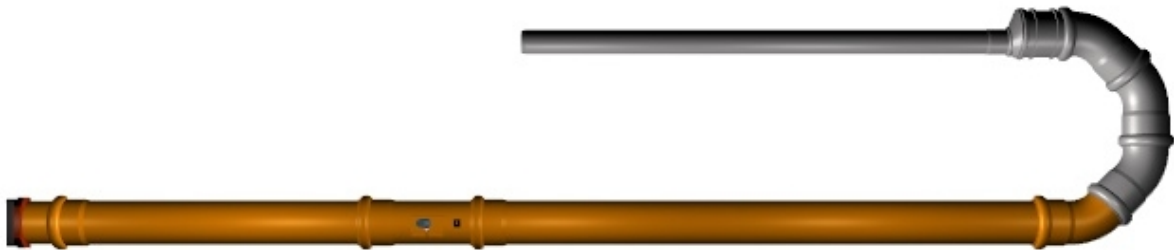


Abbildung 2: Strömungskanal (original Zustand)

Um eine Aussage über die Güte des Aufbaus machen zu können, wird das Flügelradanemometer bei unterschiedlichen Lüfterdrehzahlen quer durch den Kanal bewegt, um somit Strömungsprofile des Kanalquerschnittes zu erhalten. Das Flügelradanemometer soll für die restliche Projektarbeit als Referenz dienen und hat nach Herstellerangaben einen statistischer Fehler von  $\pm 2\%$  des Meßwertes. Der Pt100 Meßwiderstand (siehe Versuchsanleitung) wird für diese Messungen aus dem Kanal entfernt, damit er wegen seiner sehr nahen Position zum Flügelradanemometer keine zusätzlichen Störeinflüsse hervorruft. Abbildung 3 zeigt Ausschnitte aus den aufgenommenen Profilen.

## Literatur

- [1] Günter Cerbe, Hans-Joachim Hoffmann; *Einführung in die Thermodynamik*; Hanser-Verlag Wolfenbüttel 1996
- [2] Wolfgang Kalide; *Einführung in die technische Strömungslehre*; Hanser-Verlag Dortmund 1990
- [3] Franz Moeller, Heinrich Frohne, Karl-Heinz Löcherer, Hans Müller; *Grundlagen der Elektrotechnik*; Teubner-Verlag Hannover, Jülich 1996
- [4] Ekkbert Hering, Rolf Martin, Martin Stohrer; *Physik für Ingenieure* ; VDI-Verlag Aalen, Essingen, Stuttgart 1995
- [5] Gerhard Wiegand; *Sensortechnik* ; Franzis-Verlag GmbH, München 1995
- [6] Peter Westerfeld; *Thermoelemente und Widerstandsthermometer* ; Hartmann Braun AG, Frankfurt 1987
- [7] Herbert Bernstein; *Sensoren und Meßelektronik* ; Pflaum Verlag, München 1998