

Titel: Experimente zur elektroaerodynamischen Auftriebserzeugung mit einem ruhenden Zylinder.

Vortragender Autor (Referent) : Dipl.-Ing. Berkant Göksel

Co-Autoren : Prof. Dr. Ing. Ingo Rechenberg

Organisation : Institut für Bionik und Evolutionstechnik, Technische Universität Berlin

Kurzfassung :

In früheren experimentellen Untersuchungen im Reynoldszahlbereich von 13250 bis 132500 konnte bereits die aktive Beeinflussung von laminaren Strömungsablösungen mittels elektrischer Felder an einem Tragflügel demonstriert werden. Der Auftriebsbeiwert konnte durch Verzögerung der Ablösung bei kritischen Anstellwinkeln um bis zu 60% bei 11,0 m/s und um bis zu 220% bei 1,65 m/s im Vergleich zur ungeladenen Strömung erhöht werden [1], [2], [3].

Derzeit laufende experimentelle Untersuchungen am großen und kleinen Freistrahwindkanal des Instituts für Bionik und Evolutionstechnik konzentrieren sich auf die aktive Strömungskontrolle von Zylinderumströmungen mittels elektrischer Felder (Bild 1 und 2) [4]. Der Messaufbau besteht aus einem 50 cm breiten, mit einer schwarzen nichtleitenden Folie beklebten Acrylzylinder mit 10 cm Durchmesser und zwei angeklebten Endscheiben mit 18 cm Durchmesser. Ein aufgelegter Koronadraht mit 0,15 mm Durchmesser ist über die gesamte Breite gespannt und bildet die positive Elektrode. Eine selbstklebende Aluminiumfolie im Abstand von 3 cm zum Draht dient als negative Elektrode. Der mechanisch vorgespannte Zylinder kann zur Änderung der Winkelposition des Koronadrahts zur Anströmung (Bild 3 und 4) um die Achse rotiert werden und ist zur direkten Messung der Auftriebsmassenkräfte über Stahldrähte an zwei zusätzlichen, unbeweglichen Endscheiben mit einem Gewicht auf einer Digitalwaage mit 0,1 g Auflösung verbunden. Die Gewichtsanzeige wird mit einer Digitalvideokamera aufgenommen und auf dem PC-Monitor angezeigt (Bild 1 und 2, Bild 5). Dieser Aufbau erlaubt auch die Messung der Widerstandsmassenkräfte. Hierzu werden Umlenkrollen und eine zweite Digitalwaage eingesetzt, die im Bild 2 hinter dem Hochspannungsnetzgerät zu sehen ist.

Die Anlegung einer Hochspannung von 24700 Volt bei 0,5 mA erzeugt einen tangential blasenden Ionenwind mit 1,5 m/s in Richtung der im Strömungsabfluss liegenden negativen Aluminiumelektrode. Je nach Position des Koronadrahtes kann die ablösende laminare Strömung verschieden stark an der Zylinderoberseite kontrolliert werden.

In Bild 5 sind die Ergebnisse einer Messung bei einer Anströmgeschwindigkeit von 5,1 m/s dargestellt. Es konnten Auftriebsmassenkräfte von bis zu 36 g gemessen werden. Weitere Messungen im Geschwindigkeitsbereich von 1,0 bis 11,0 m/s sowie Rauchdrahtvisualisierungen im Laser-Lichtschnitt werden präsentiert, die den elektroaerodynamischen Auftriebseffekt verdeutlichen. Es wird auch gezeigt, dass der Effekt des Ionenwindes durch Einsatz pulsierender Hochspannungsfelder weiter verstärkt werden kann.

Referenzen

- [1] B. Göksel (2000) Verbesserung der aerodynamischen Effizienz und Sicherheit von Mikro-Flugzeugen durch Ablösekontrolle in teilionisierter Luft. DGLR-2000-203, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, Leipzig.
(<http://www.bionik.tu-berlin.de/user/goeksel/jt2000-203.pdf>)
- [2] B. Göksel, I. Rechenberg, R. Bannasch (2003) Electrokinetic Flow Control and Propulsion for MAVs. MAV Workshop: Micro Aerial Vehicles – Unmet Technology Requirements. Schloß Elmau.
(<http://www.bionik.tu-berlin.de/user/goeksel/elmau.ppt>)
- [3] B. Göksel, I. Rechenberg, R. Bannasch (2003) Experimentelle Untersuchungen zur aktiven Beeinflussung von laminaren Strömungsablösungen. 11. STAB-Workshop, Göttingen.
(<http://www.bionik.tu-berlin.de/user/goeksel/agstab.pdf>)
- [4] B. Göksel, I. Rechenberg (2004) Active Separation Flow Control Experiments in Weakly Ionized Air. Paper 086H, 10th EUROMECH European Turbulence Conference, Trondheim, Norwegen (zur Präsentation Juni 2004).
(<http://www.elektrofluidsysteme.de/news/Paper086H.pdf>)



Bild 1 und 2: Versuchsaufbau am großen Freistrahwindkanal des Instituts für Bionik, TU Berlin.

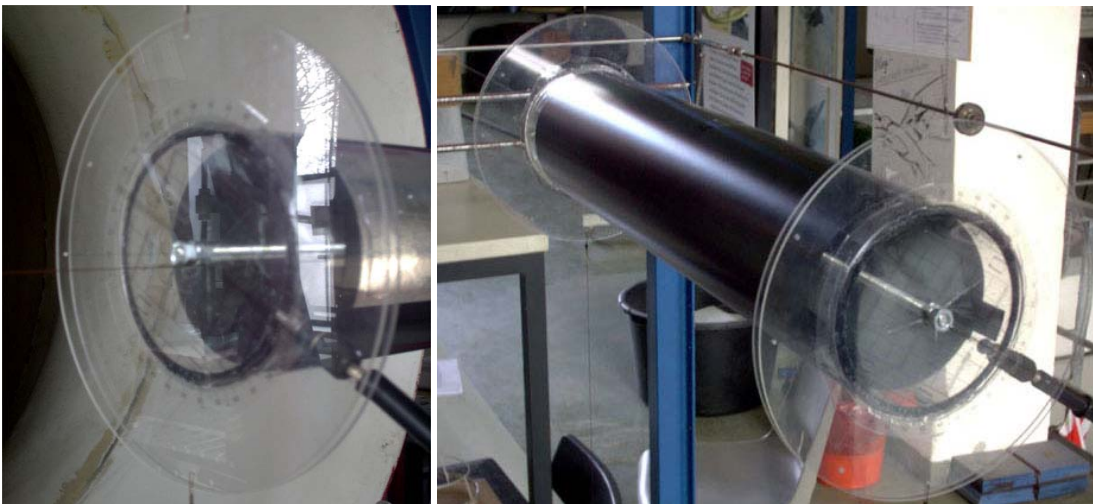


Bild 3 und 4: Detailansicht des Zylinders mit verstellbarem Anstellwinkel für Koronadraht.

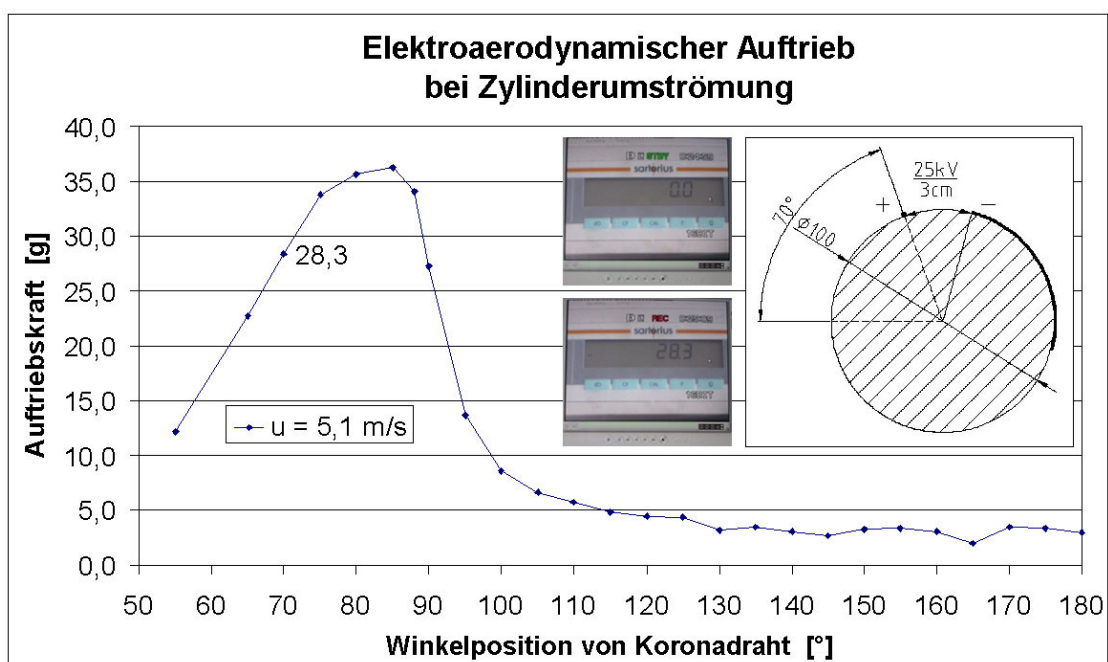


Bild 5: Messung elektroaerodynamisch erzeugter Massenkräfte für verschiedene Drahtpositionen.