

Mitteilung

Projektgruppe/Fachkreis: Elektrofluidsysteme / Bionik

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Berkant Göksel / Prof. Dr. Ing. Ingo Rechenberg

Institution: Zukunftswerkstatt Elektrofluidsysteme, Institut für Bionik und Evolutionstechnik

Adresse: Technische Universität Berlin
Ackerstr. 71-76, Sekr. ACK1
D-13355 Berlin

Telefon: 030-4000 7526
Telefax: 030-4000 7527

e-mail: berkant.goeksel@elektrofluidsysteme.de

Internet: <http://www.bionik.tu-berlin.de/user/goeksel>, <http://www.elektrofluidsysteme.de>

Thema: **Experimentelle Untersuchungen zur aktiven Beeinflussung
von laminaren Strömungsablösungen**

Ausgangssituation:

Laufende Studien zu Mikrodrohnen zeigen, dass die aerodynamische Güte von Tragflügeln im Reynoldszahlbereich von 20000 bis 200000 sehr niedrig ist; das Strömungsbild ist gekennzeichnet durch frühzeitige laminare Ablösung im Bereich der Leitkante [1], [2]. Traditionelle Methoden wie Ausblasen und Absaugen sind aufgrund der kleinen Dimensionen nicht realisierbar. Daher wird nach neuen Lösungswegen gesucht.

Ziel:

Ziel ist die Verbesserung der aerodynamischen Effizienz und Sicherheit von Mikrodrohnen durch aktive Ablösekontrolle der laminaren Tragflügelumströmung. Hierzu sollen nicht-traditionelle Methoden wie instationäre Anregung der laminaren Grenzschicht durch Piezo-aktuatoren oder die stationäre und instationäre Beschleunigung der laminaren Grenzschicht durch Plasma-Aktuatoren untersucht werden.

Lösungsweg:

Für erste Experimente wurde der einfachste Lösungsweg der stationären Beschleunigung der laminaren Grenzschicht durch Plasma-Aktuatoren gewählt. Hierbei wird durch einen elektrisch hochgespannten Koronadraht die Luft teilionisiert und im elektrostatischen Feld in Strömungsrichtung beschleunigt. Der resultierende Ionenwind kann durch Energetisierung der instabilen Grenzschicht wie beim tangentialen Ausblasen zur aktiven Kontrolle laminarer Strömungsablösungen verwendet werden.

Ergebnis:

In früheren experimentellen Untersuchungen im Reynoldszahlbereich von 13250 bis 132500 konnte die aktive Beeinflussung von laminaren Strömungsablösungen mittels elektrischer Felder an einem Tragflügel demonstriert werden (Bild 1) [1], [2]. 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]. 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 2) [4].

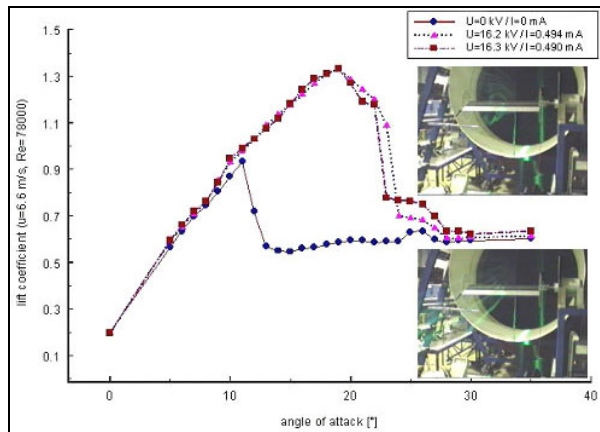


Bild 1: Auftriebspolare bei $u = 6,6$ m/s.

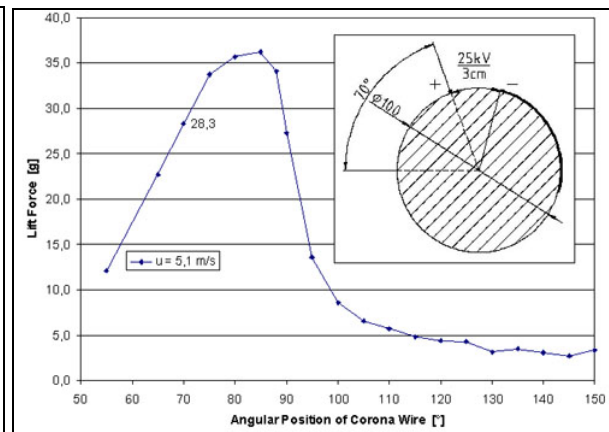


Bild 2: Auftrieb durch ruhenden Zylinder.

Der aktuelle Messaufbau besteht aus einem 50 cm breiten Acrylzylinder mit 10 cm Durchmesser und zwei angeklebten Endscheiben. 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 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.

In Bild 2 sind die Ergebnisse einer Messung bei einer Anströmgeschwindigkeit von 5,1 m/s dargestellt. Bei Anlegung einer Hochspannung von 24700 Volt bei 0,5 mA konnten Auftriebsmassenkräfte von bis zu 36 g gemessen werden.

Literatur:

- [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.
- [2] T. J. Muller (Ed) (2001): Fixed and Flapping Wing Aerodynamics for Micro Air Vehicle Applications. Progress in Astronautics and Aeronautics Series, AIAA, Reston VA
- [3] B. Göksel, I. Rechenberg, R. Bannasch (2003) Electrokinetic Flow Control and Propulsion for MAVs. MAV Workshop: Micro Aerial Vehicles – Unmet Technology Requirements. Schloß Elmau.
- [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 im Juni 2004).

weiteres Vorgehen:

Experimente mit polyphasigen Plasma-Aktuatoren zur instationären Beschleunigung durch elektrostatische Wanderwellen. Hierzu wird ab Mai 2004 ein speziell entwickelter 8-phasiger Hochfrequenz-Hochspannungsgenerator (5-15 kHz, 3-6 kV, 300 W) zum Einsatz kommen.