Mitteilung

Projektgruppe/Fachkreis: Elektrofluidsysteme / Experimentelle Strömungsmechanik

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Berkant Göksel[2] / Prof. Dr. Ing. hab. Ingo Rechenberg[2]
Dr. Ing. Christian Nayeri[3] / Prof. Dr. Ing. Christian Oliver Paschereit[3]

Institution: [2]Institut für Verfahrenstechnik, FG Bionik und Evolutionstechnik
[3]Institut für Strömungsmechanik, FG Experimentelle Strömungsmechanik

Adresse: [2]Technische Universität Berlin
Ackerstr. 71-76, Sekr. ACK1
D-13355 Berlin

Tel.: 030-314-72663 / 030-314-24660
Fax: 030-314-72019 / 030-314-21101

e-mail: berkant.goeksel@elektrofluidsysteme.de christian.nayeri@pi.tu-berlin.de
Internet: http://www.elektrofluidsysteme.de http://max.pi.tu-berlin.de/

Thema: Aktive Beeinflussung von Strömungsablösungen mit gepulsten Plasma-Aktuatoren

Ausgangssituation:

Laufende Studien am Institut für Luft- und Raumfahrt der TU Berlin zeigen die hohe Wirksamkeit akustisch, periodischer Anregungen zur Ablösekontrolle und Auftriebserhöhung auf Klappenkonfigurationen [4]. In bisherigen Arbeiten am Institut für Verfahrenstechnik der TU Berlin wurde die quasistationäre, tangentiale Beschleunigung mittels Plasma-Aktuatoren zur Ablösekontrolle untersucht [1], [2], [3].

Ziel:

Das Ziel ist nun die Ablösekontrolle an Leitkanten und Klappenkonfigurationen duch gezielte, instationäre Anregung der Strömungsgrenzschicht mittels niederfrequent gepulster, ein- und mehrphasiger Plasma-Aktuatoren. Hierbei wird auch eine deutliche Leistungsersparnis gegenüber dem bisher untersuchten, quasistationärem Betrieb erwartet.

Lösungsweg:

Für den instationären Betrieb werden die gewöhnlich zur Ionisation der Luft mit 5-15 kHz arbeitenden Plasma-Aktuatoren mit geeigneten Anregefrequenzen von 10 - 500 Hz moduliert. Dabei wird je nach Bedarf der Duty Cycle im Bereich von 1 - 100% variiert (Bild 1 und 2). 100% Duty Cycle bedeutet quasistationärer Betrieb wie in früheren Untersuchungen [1]-[3].

Ergebnis:

Windkanalexperimente an Freistrahlkanälen des Fachgebiets Bionik und Evolutionstechnik zeigten eine vergleichbar gute Wirksamkeit der neuen Methode unter Nutzung ion-akustisch, gepulster Anregungen zur Ablöseverzögerung. Dabei werden die Plasma-Aktuatoren in Einzel- oder Arrayanordnung als dünne Folien auf den Flügel angebracht. Es bedarf keiner Einbauten wie im Fall rein akustischer Anregung. Es wurden Geschwindigkeitsbereiche von sogenannten Kleindrohnen (Micro Aerial Vehicles) untersucht, deren typische, maximale Fluggeschwindigkeit 25 mph (40 km/h bzw. 11 m/s) ist [5], [6]. Bild 3, 4 und 5 zeigen, dass die frühzeitige, laminare Ablösung in allen Fällen bis zu Anstellwinkeln von 25° und mehr verzögert werden. Es konnte selbst mit 1% duty cycle und einem effektiven Leistungsverbrauch von 0,9 W bei 50 cm Spannweite (1,8 W/m) die Ablösung verhindert werden. Dies bedeutet ein erster Durchbruch in der aktiven Strömungsbeeinflussung zur Anwendung auf Minidrohnen und anderen Bereichen niedriger Reynoldszahl wie im Niederdruckturbinenbau. Desweitere werden am Fachgebiet Experimentelle Strömungstechnik der TU Berlin durchgeführte PIV-Messungen und Rauchvisualisierungen vorgestellt.

STAB

Bild 1: Flügel angeregt mit 40 Hz & 50% duty cycle.

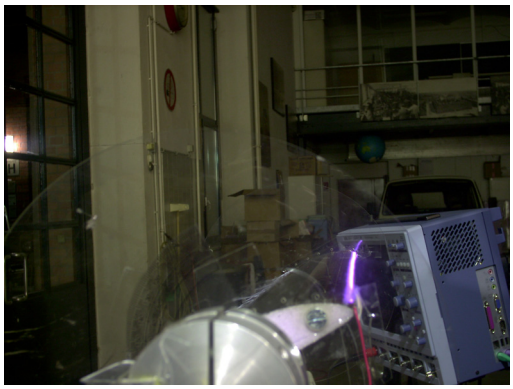

Bild 2: Gepulster Plasma-Aktuator im Betrieb.

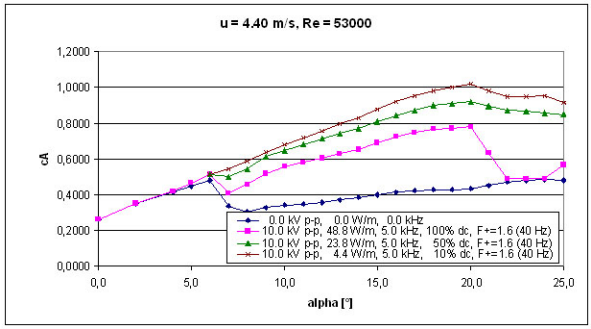

Bild 3: Auftriebspolare bei Re = 53000.

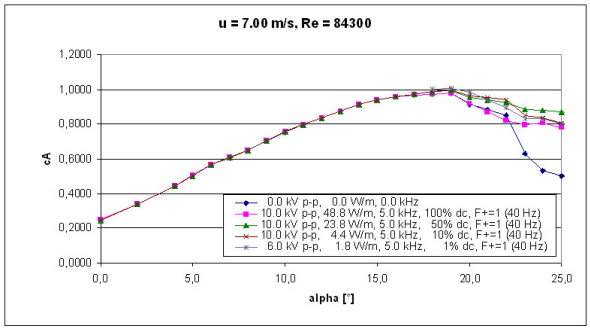

Bild 4: Auftriebspolare bei Re = 84300.

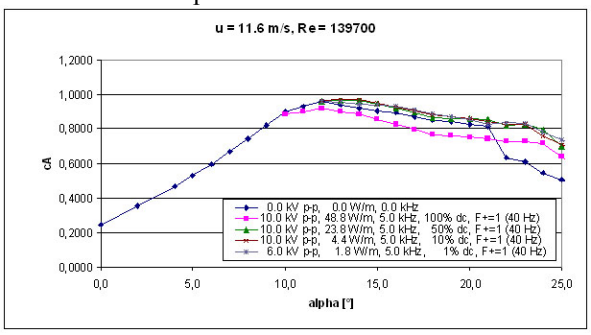

Bild 5: Auftriebspolare bei Re = 139700.

Literatur:

[1] B. Göksel, I. Rechenberg (2004) Active Separation Flow Control Experiments in Weakly Ionized Air. Paper 086H, 10th EUROMECH European Turbulence Conference, Trondheim, Norwegen.

[2] B. Göksel, I. Rechenberg (2004) Experimente zur elektroaerodynamischen Auftriebserzeugung mit einem ruhenden Zylinder. DGLR-2004-073, Deutscher Luft- und Raum-fahrtkongress 2004, Dresden.

[3] B. Göksel, I. Rechenberg (2004) Active Flow Control by Surface Smooth Plasma Actuators. 14th DGLR Symposium of STAB, Bremen.

[4] R. Petz, W. Nitsche (2004) Active Separation Control on a High-Lift Configuration by a Periodically Pulsating Jet. 24th ICAS, Yokohama, Japan.

[5] B. Göksel, I. Rechenberg (2005) Experiments to Plasma Assisted Flow Control on Flying Wing Models. CEAS/KATnet Conference on Key Aerodynamic Technologies To Meet the Challenges of the European 2020 Vision, Bremen.

[6] B. Göksel, I. Rechenberg, S. Grundmann, C. Tropea (2005) Plasma Actuators for Active Flow Control. DGLR-2005-210, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2005, Friedrichshafen, Germany.

weiteres Vorgehen:

Windkanalexperimente und Flugversuche mit gepulsten, polyphasigen Plasma-Aktuatoren zur instationären Strömungsbeeinflussung auf Klappenkonfigurationen von Segelflugzeugen .

Datum: Berlin, den 11. Oktober 2005 **STAB**