

## Image Pattern Correlation Technique (IPCT)

### Messgrößen

- Oberflächendeformation
- Oberflächengeschwindigkeit
- 3D-Koordinaten
- 3D-Verformung

### Prinzip

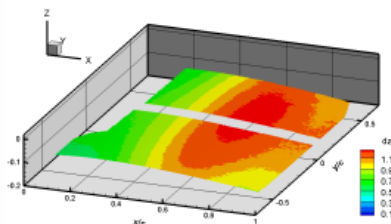
Für die Messung wird ein feines Muster von zufällig verteilten Punkten auf die zu untersuchende Oberfläche aufgebracht. Dies kann durch Aufspritzen von Farbe oder durch Aufkleben von bedruckten Folien erfolgen [1,2]. Das Muster wird von mindestens einer Videokamera vor und nach einer Deformation der Oberfläche aufgezeichnet. Durch die Bewegung der Oberfläche verschieben sich die Punktemuster lokal im Bild der Kamera abhängig von der Aufnahmegeometrie. Beide Bilder werden digitalisiert und einem Rechner übertragen, um die aufgezeichneten Punktemuster lokal miteinander zu korrelieren. Das Ergebnis ist ein zweidimensionales Vektorfeld, das der lokalen Verschiebung der Oberfläche normal zu den Sichtlinien der Videokamera entspricht. Um die dreidimensionalen Vektoren der Oberflächendeformation bestimmen zu können, kann eine zweite Videokamera eingesetzt werden, die das Punktemuster zeitgleich zur ersten Kamera aber unter einem anderen Blickwinkel aufzeichnet. Mit der Kenntnis der Kamerapositionen kann aus den resultierenden zweidimensionalen Vektorfeldern beider Kameras das dreidimensionale Vektorfeld der Deformation stereoskopisch rekonstruiert werden. Die Vorteile von IPCT gegenüber anderen Techniken wie z. B. das Moiré-Verfahren oder die Linienprojektion sind, dass das zufällige Muster auf der Oberfläche eine eindeutige Messgröße liefert, unabhängig von der Stärke der Deformation und dem Auftreten von Hinterscheidungen oder Aussparungen in der Oberfläche. Es

können somit auch komplexe Geometrien über einen ausgedehnten Messbereich vermessen werden. Für die Berechnung der Korrelation werden die Algorithmen der PIV-Messtechnik [4] eingesetzt, die einen hohen Entwicklungsstand aufweisen und sich durch eine hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Auswertungsgeschwindigkeit auszeichnen. Die räumliche Auflösung und Empfindlichkeit wird vor allem von der Aufnahmegeometrie und der Feinheit des Musters bestimmt. Mit handelsüblichen PCs können innerhalb weniger Sekunden Messdaten an mehr als 10000 Stützstellen geliefert werden.

### Anwendung

Die Messtechnik kann bei allen Problemstellungen eingesetzt werden, die eine genaue Bestimmung der Lage- und Formänderungen von Körperoberflächen erfordern. Es handelt sich um ein optisches und daher berührungslos arbeitendes Messverfahren, bei dem die Daten flächenhaft innerhalb weniger Sekunden vorliegen. Die Deformationen einer Oberfläche werden momentan erfasst, womit sich das Verfahren für die Untersuchung von instationären Vorgängen eignet. Wie beispielsweise das Auftreten von Flatterschwingungen an Tragflächen und anderen aeroelastischen Effekten [3]. In Kombination mit einem Strömungsmessverfahren wie der PIV können die Strömungsentwicklung und die Bewegung des elastischen Körpers simultan erfasst werden, um deren Wechselwirkungen zu untersuchen. Die Messtechnik wird bereits erfolgreich eingesetzt, um die unter Windlast an Windkanalmodellen auftretenden Deformationen zu messen. Von Interesse ist insbesondere die sich ändernde

Oberfläche und Deformation eines  
NACA0010-Profiles





Anstellwinkelverteilung. Neben Anwendungen bei Windkanaluntersuchungen wird das Verfahren auch im realen Flugversuch eingesetzt. Hier wurde beispielsweise die Bewegung einer Tragfläche relativ zur Zelle des Flugzeugumpfes im Flug vermessen.

#### Literatur / Referenzen

- [1] R.K.van der Draai: A new approach to measuring model deflection. 18th International Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities (ICIAF), Toulouse, 14.-17. June, 1999.
- [2] Patenmeldung: 10341959.4, Deutsches Patentamt. DLR: F. Klinge, A. Schröder, M. Raffel, B. Binder, 2003.
- [3] Y.C. Fung: An Introduction to the Theory of Aeroelasticity, Dover, 1993.
- [4] M. Raffel, C.E. Willert, und J. Kompenhans. Particle Image Velocimetry: A Practical Guide. Springer-Verlag, Berlin, 1998.
- T. Kirmse: Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Airbags mittels Image Pattern Correlation Technique (IPCT). Herbert Wichmann Verlag, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH, Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg. 8. Oldenburger 3D-Tage, 28.-29.01.2009, Oldenburg.
- T. Wolf, T. Kirmse und R. Konrath: Messung der Flügeloberfläche einer Schleiereule im Flug mit der Image Pattern Correlation Technique (IPCT). 14. STAB-Workshop, 11.-13.11.2009, Göttingen.
- R. Konrath, T. Kirmse, J. Kompenhans, T.J. Möller, R. Wokoek und R. Radespiel: Simultaneous Measurements of Unsteady Aerodynamic Loads, Flow Velocity Fields, Position and Wing

Deformations of MAVs in Plunging Motion. 16. DGLR-Fach-Symposium der STAB, 3.-4.11.2008, Aachen.

- T. Kirmse: Model deformation measurements in DNW-NWB within the DLR project ForMEx. ODAS 2007 - 8th ONERA-DLR Aerospace Symposium, 17.-19.10.2007, Göttingen.
- D. Hurst, H. Frahnert, R. van Schinkel, H. Quix und Y. Le Sant: Benchmark testing of the Model Deformation Measurement Systems developed within the European Windtunnel Association (EWA). 1st CEAS European Air and Space Conference, 10.-13.09.2007, Berlin.

#### Kontakt

- Tania Kirmse, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Tel: +49 551 709 2252, Fax: +49 551 709 2830
- Dr. Frank Holtmann, Technologiemarketing, Tel: +49 531 295 3420, Fax: +49 531 295 3422

*Dieses Handout sowie Querverweise zu verwandten Messtechniken und Anlagen finden Sie unter: <http://messtec.dlr.de/link-4-de>.*