

Laborversuch zur Erfassung bewegter Rotorblätter mittels optischer 3D-Messtechnik

Im Rahmen des Masterprojektes wird ein Laborversuch entwickelt und aufgebaut, um die Genauigkeit eines Fächersensors zu untersuchen. Die Projektarbeit umfasst neben dem Messaufbau, der Datenaufnahme sowie -aufbereitung einen Vergleich von bildbasierten flächenhaften 3D-Daten eines Stereokamerasystems mit Distanzmessungen eines Fächersensors (siehe Seite 24) sowie die Analyse der erreichten Genauigkeit für eine anschließende Deformationsmessung an einem bewegten Rotorblatt.

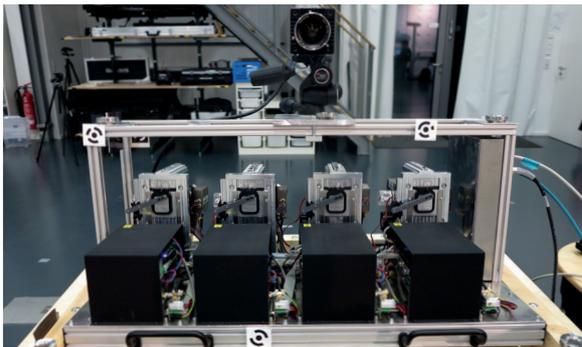


Abb. 1: Frontansicht Fächersensor mit PCO Highspeedkamera.

Für das Projekt wird zunächst ein geeigneter Messaufbau entwickelt und realisiert. Der Messaufbau besteht aus insgesamt drei PCO Highspeedkameras und einem Fächersensor. Der Fächersensor (Abb. 1), eine Prototypentwicklung von Zoller+Fröhlich, besteht aus vier Laserdistanzmesseinheiten vom Typ IMAGER 5006, welche fächerartig ausgerichtet sind (Abb. 2).

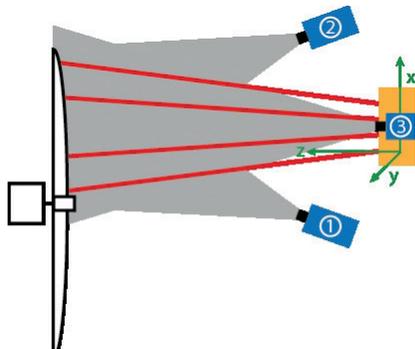


Abb. 2: Skizze des Versuchsaufbaus in der Draufsicht. Links: Modell Windkraftanlage, blau: PCO Highspeedkameras, orange: Fächersensor.

Das übergeordnete Koordinatensystem liegt im Fächersensor. Die Kamera 3 (siehe Abb. 2) ist fest auf dem Fächersensor installiert und zu diesem relativ orientiert. Die beiden äußeren Kameras 1 und 2 bilden ein Stereokamerasystem. Die drei Kameras bilden zudem ein weiteres relativ orientiertes System, welches in der Kamera 1 seinen Ursprung hat. Über eine Transformation wird das relativ orientierte Kamerasystem in das übergeordnete System des Fächersensors transformiert.

Das Stereokamerasystem erzeugt mittels Least-Square-Matching durch die institutseigene Software PISA (Photogrammetric Image Sequence Analysis) flächenhafte 3D-Daten. Hierfür wird das Rotorblatt mit einer Folie mit einem Zufalls-Ellipsenmuster beklebt und anschließend werden die Bilddaten ausgewertet. Der Fächersensor tastet das rotierende Rotorblatt mit den vier Lasermesseinheiten sequentiell punktförmig ab. Durch die bekannten relativen Orientierungen können aus den 1D-Messdaten die 3D-Punkte auf dem Rotorblatt berechnet werden. Anschließend können die Profile des Rotorblatts bei bekannter Rotationsgeschwindigkeit des Rotors berechnet werden.

Für die Auswertung der Daten ist es notwendig, dass die Messwernerfassung beider Messsysteme synchron zueinander verläuft. Dies wird durch ein von den Kameras ausgesendetes Triggersignal realisiert. Die Aufnahmefrequenz der Kameras ist auf ein gemeinsames Vielfaches mit der des Fächersensors abgestimmt. Die Frequenz des Fächersensors liegt bei 31773 Hz und die der Kameras bei 623 Hz. Dadurch fallen innerhalb der Belichtungszeit eines Bildes genau 51 Messungen des Fächersensors an, welche anschließend zu einem Punkt gemittelt werden. Die durch das Stereokamerasystem flächenhaft erfasste 3D-Punktewolke mit einem Raster von 1 mm dient als Referenz für die anschließende Analyse (Laserspot ca. 3.5 mm). In der Analyse wird aus der gemittelten Strecke die 3D-Koordinate des Messpunktes berechnet und mit den dazugehörigen flächenhaften Daten aus den Stereobildern verglichen. In einem weiteren Versuch wird das Rotorblatt deformiert und ein Vergleich der dabei erzeugten Daten durchgeführt. Diese Ergebnisse können anschließend einer Genauigkeitsabschätzung an realen Windkraftanlagen dienen.

- Projektbeteiligte: Maximilian Zahl B.Sc., Etienne Semmling B.Sc., Tim Brandt B.Sc.
- Projektbetreuung: Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Luhmann, Martina Göring M.Sc., Tanja Willemssen M.Sc.