

Das fliegende Auge

Kamera macht Strömungen im Segelflug sichtbar

Damit ein Segelflieger möglichst lange gleiten kann, muss die Luft perfekt um die Tragflächen strömen. Ob das der Fall ist, kann man in einem mehrere Millionen Euro teuren Windkanal testen. Oder mit drei Meter Wollfaden und einer USB-Kamera.



*Bild 1:
Die uEye-Kamera mit
1,3 Megapixel CMOS-
Sensor hilft, die Strö-
mung an den Flügelspit-
zen zu optimieren.*

„Victor Echo, straffe Seil.“ Das zweisitzige Segelflugzeug steht am Anfang der einen Kilometer langen Asphaltpiste des Flugplatzes Aalen-Elchingen. Über ein Seil ist es verbunden mit einem motorisierten Schleppflugzeug. „Seil strafft“, meldet Segelpilot Tobias Lohner an seinen Kollegen zurück. „Victor Echo startet auf Zwo-Sieben.“ Ein Rucken geht durch den Segler, als der Motorflieger auf 130 km/h beschleunigt. Eine halbe Minute später heben beide ab. In einer Höhe von 600 m klinkt der Pilot das Schleppkabel aus und das Flugzeug geht in einen ruhigen Gleitflug über.

Die „fs 33“ ist ein Hochleistungs-Segelflugzeug mit 20 m Spannweite. Äußerlich unterscheidet sie sich nicht von anderen Fliegern. Dennoch ist dieses Modell einzigartig – denn es wurde in sechsjähriger Handarbeit von Studenten der Uni Stuttgart gebaut. In der akademischen Fliegergruppe „Akaflieg“ entwickeln Studenten der Luft- und Raumfahrttechnik eigene Flugzeuge. Mehr als ein Dutzend Prototypen hat die Gruppe seit 1926 hervorgebracht, und darüber hinaus viele wichtige Impulse für den Flugzeugbau gegeben. Begonnen bei der aerodynamischen Auslegung am Computer, über die Fertigung von Negativformen, die mit Kohlefaser-gewebe ausgelegt und lackiert werden, bis hin zur abschließenden Politur – die

etwa 20 Mitglieder stecken einige tausend Stunden Arbeit in jedes Flugzeug. „Da bleibt für andere Hobbies keine Zeit mehr“, gesteht Lohner, derzeit Vorsitzender der aktiven Gruppe. Im Gegenzug erhalten die Studenten ihre Pilotenausbildung kostenlos.

Während bereits am Nachfolgemodell „fs 35“ gebaut wird, dreht die „fs 33“ ihre Runden über dem Flugplatz bei Aalen. Das Ziel der Flüge ist, Möglichkeiten für die aerodynamische Optimierung zu finden. Zwar weist die 400 kg schwere „fs 33“ mit einer Höchstgeschwindigkeit von 280 km/h bereits gute Flugeigenschaften auf. Jedoch hat sich nach vielen Testflügen gezeigt, dass die nach oben gewinkelten Flügelspitzen – die Winglets – nicht optimal konstruiert sind. Winglets minimieren den Widerstand der Flügel, sodass das Segelflugzeug länger gleiten kann. Bei der fs 33 allerdings treten manchmal ungünstige Luftwirbel auf. Tobias Lohner hat sich für eine Studienarbeit die Untersuchung dieser Strömungen zum Ziel gesetzt. Doch wie kann man Luftwirbel sichtbar machen?

Dazu hatten die Studenten eine einfache, aber effektive Idee: An einem der Winglets brachten sie etwa 50 rote Wollfäden an, die jeweils an einem Ende befestigt sind und sich somit nach der Strömung ausrichten. Idealerweise liegen die Wollfäden auch während des Flugs glatt am Flügel an. Bei manchen Flugmanövern kommt es jedoch zu Verwirbelungen und die Wollfäden stehen von der Tragfläche ab – teilweise sogar gegen die Flugrichtung. Um das Verhalten der Wollfäden während des Flugs exakt zu dokumentieren, suchten die akademischen Flieger eine kompakte USB-Kamera mit robuster Befestigung. Der in der Nähe ansässige Kamerahersteller IDS Imaging Development Systems GmbH lieferte das passende Modell samt Optik und Zubehör.

Um Luftwirbel sichtbar zu machen, verwenden die Studenten eine einfache, aber effektive Methode.



*Bild 2 + 3:
Die USB-Kamera ist auf der Tragfläche befestigt und filmt jede Bewegung der Wollfäden, die am Flügel befestigt sind.*

Ein 40 cm langer Metallarm hält die Kamera vom Typ UI-1240SE während des Flugs fest am linken Flügel. Die Modellreihe uEye SE besitzt ein Metallgehäuse mit vielen Schraublöchern, wodurch die „windsichere“ Befestigung leicht möglich ist. Das Objektiv mit 9 mm Brennweite deckt den Bereich der Flügelspitze ab, so dass die roten Fäden gut zu erkennen sind. Kamera und Objektiv sind um 90° gedreht angebracht, um das schmale Bildfeld entlang des Flügels besser auszunutzen. Ein 8 m langes USB-Kabel führt entlang der Tragfläche und durch ein kleines Fenster ins Cockpit des Doppelsitzers, wo die Kamera schließlich mit einem Notebook verbunden wird. Der Copilot steuert die DirectShow-Software, die die Videos des Flugs aufzeichnet. Damit Flugmanöver und das Verhalten der Wollfäden auch später noch zuzuordnen sind, folgt der Pilot einer festgelegten Sequenz von Geschwindigkeiten, Kurven und Schiebewinkeln.

In der Auswertung sind die unterschiedlichen Strömungen später deutlich erkennbar. Der leistungsfähige 1,3-Megapixel-Farbsensor der UI-1240 liefert über USB bis zu 25 Vollbilder in der Sekunde. Dadurch ist ein flüssiges Videobild sowie ausreichendes Detail gewährleistet. Ein besonderes Merkmal des CMOS-Modells ist der Global-Shutter-Auslesemodus, der meist nur bei CCD-Sensoren zu finden ist. Damit können auch schnell bewegte Objekte verzerrungsfrei abgebildet werden. Eine Herausforderung bei der Videoaufnahme unter sonnigem Himmel stellten die wechselnden Lichtverhältnisse dar. Die uEye-Kamera passt deshalb die Belichtungszeit automatisch an die Umgebungshelligkeit an, so dass die roten Wollfäden jederzeit gut erkennbar sind.

Eine Kabellänge von 8 m ist für die USB uEye SE kein Problem

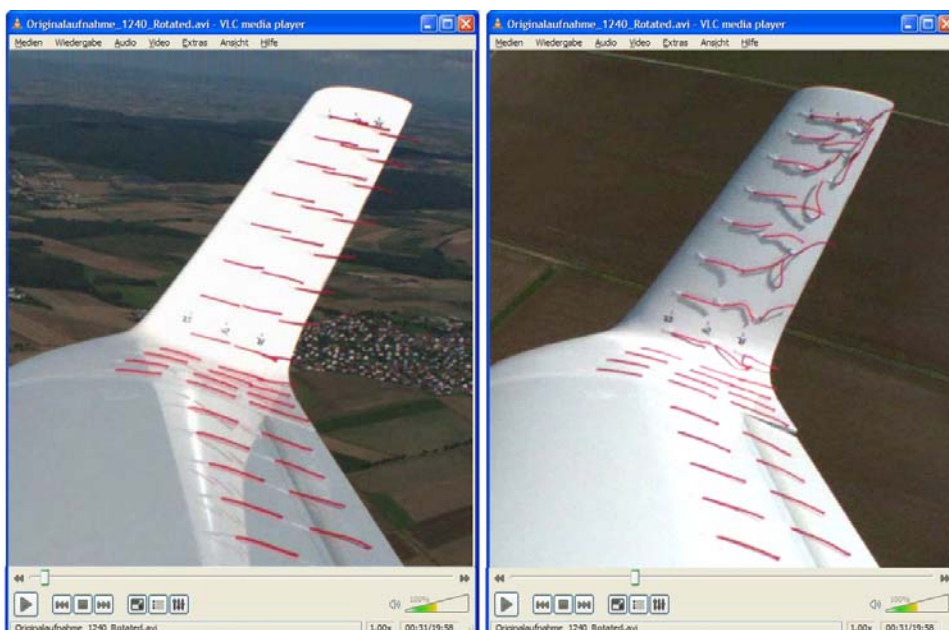


Bild 4:
Im Geradeausflug liegen die Wollfäden vorbildlich ruhig (links). Bei manchen Flugmanövern kommt es jedoch zu starken Verwirbelungen (rechts).

Nach einer Flugdauer von einer Viertelstunde geht die „fs 33“ in den Sinkflug und kommt kurz danach auf der Graspiste zum Stehen. Tobias Lohner ist mit der Bildqualität der Videoaufnahmen sehr zufrieden. Für die Auswertung wird er eine Strömungssimulation am digitalen Modell des Flügels durchführen. Die Videos der USB-Kamera liefern wertvolle Vergleichsdaten um die Gültigkeit der Simulation zu überprüfen. Bis die Ergebnisse der Winglet-Untersuchung vorliegen, wird der angehende Luft- und Raumfahrttechniker noch viele Aufnahmen sichten müssen. Doch er hat schon das nächste Projekt vor Augen. „Danach würde ich gerne die Strömung an der Flügelwurzel untersuchen, dem Übergang zwischen Rumpf und Tragfläche.“ Die uEye wird sich also noch oft an Bord der „fs 33“ in die Luft begeben.

© 2010 IDS Imaging Development Systems GmbH

Weitere Applikationsberichte finden Sie auf unserer Website:
www.ids-imaging.de/go/kunden

Kontakt:

www.ids-imaging.de
info@ids-imaging.de