

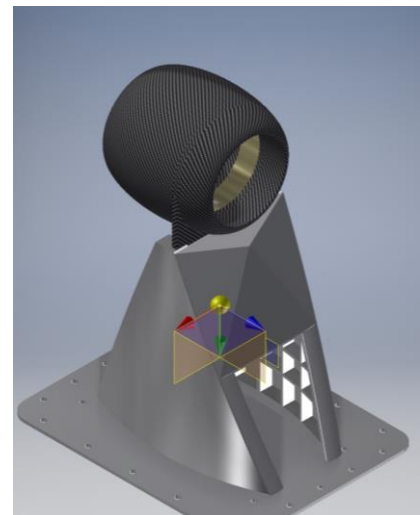
Bachelor-/ Studien-/ Masterarbeit

Simulation der Deformation einer Hygrometer-Halterung für Flugversuche mit der Do-128 D-IBUF

Hintergrund

Der Transport von Wasserdampf vom Boden in die Atmosphäre ist ein wichtiger Parameter in der Energiebilanz der Atmosphäre und eine Voraussetzung für die Entstehung von Wolken. Dieser Prozess wird durch den Fluss latenter Wärme beschrieben. Für Flussmessungen, basierend auf der Eddy-Kovarianz-Methode, wird die Vertikalkomponente der Windgeschwindigkeit mit der Konzentration von Wasserdampf korreliert. Dafür ist es notwendig, sowohl die Feuchte als auch den Windvektor in hoher zeitlicher Auflösung zu messen.

Kommerziell verfügbare Hygrometer, wie auch Forschungssensoren zur Gasfeuchtemessung, sind aktuell nicht in der Lage zeitlich hochaufgelöste Feinstrukturen in Wasserdampfverteilungen der Atmosphäre zu detektieren [1]. Eines, das am nächsten kommt, ist das „Hygrometer for Atmospheric Investigations“ (HAI) [2], das von der PTB entwickelt wurde [3] und aktuell bei der sechsten internationalen Flugkampagne auf dem Forschungsflugzeug HALO erfolgreich eingesetzt wird. Der Fokus der HALO Missionen liegt nicht auf Flussmessungen, so dass HAI zurzeit hierfür nicht eingesetzt werden kann und auch in Zukunft troposphärische HALO Missionen mit Fokus auf Flussmessungen nicht in der Missionsplanung/Vorplanung vorgesehen sind (bis 2022). Der zu entwickelnde Sensor soll die Vorzüge einer schnellen, kalibrierungsfreien, sampling-freien und hochpräzisen Gasphasenwasserdetektion verbinden [4] und auf dem Forschungsflugzeug Do-128 D-IBUF der TU Braunschweig eingesetzt werden. Zu diesem Zweck wurde ein Konzept entwickelt, welches eine optische Ringmesszelle zur hochpräzisen Feuchtemessung auf den Rumpf des Forschungsflugzeuges IBUF integriert. Im Kern besteht die Konstruktion aus einer äußerst steifen optischen Platte mit der Ringmesszelle in Verbindung mit einer elastischen Aufhängung an der Haltevorrichtung, um einwirkende Kräfte aufzunehmen.



Aus diesem Konzept ergeben sich eine Reihe von Teilaufgaben, welche im Rahmen von studentischen Arbeiten zu bearbeiten sind und im Folgenden dargestellt sind. Der Umfang und die Ausrichtung einer konkreten Aufgabenstellung kann dann im Gespräch mit dem Institut erfolgen.

Ziel der Arbeit / Aufgabenstellung

Konstruktive Aufgaben:

Basierend auf dem bestehenden Konzept sind detaillierte Konstruktionsvorschläge für einzelne Bauelemente zu erarbeiten und diese unter anderem mittels FEM-Analysen zu bewerten.

Schwerpunkte sollen das Deformationsverhalten der optischen Anordnung wie auch anderer tragender Komponenten sein. Dabei gilt die Maßgabe, auftretende Deformationen aufgrund des angreifenden Luftstroms so in die Struktur einzuleiten, dass sich die optischen Komponenten möglichst wenig verformen.

Zur weiteren Optimierung des Platzbedarfs des optischen Systems sind unterschiedliche Varianten der Anordnung zu entwerfen, welche die Komponenten zum Beispiel längs zur Anströmung positionieren. Aber auch quer positionierte Anordnungen mit einer strömungsoptimierten Lage sind zu betrachten.

Weiterhin sind die für die Zulassung erforderlichen Randbedingungen, wie unter anderem Gewicht, Windlast und Schutz gegen Vereisen oder Vogelschlag, zu berücksichtigen.

Elektromechanische Aufgaben:

Neben dem mechanischen Aufbau sind Druck und Temperatursensoren nahe der Ringmesszelle zu integrieren. Diese sind für eine präzise Berechnung des Wasserdampfgehaltes in der Luft auf Basis der Spektraldaten erforderlich.

Für die Ansteuerung des Lasers wie auch die Auswertung der am Detektor ankommenden Signale sind kommerzielle Komponenten wie Leistungstreiber, Signalverstärker, Analog/Digital-Wandler und Messrechner in einer für den Flugzeugeinsatz tauglichen, kompakten Bauweise zu kombinieren. Hier steht neben dem Entwurf einer auf einem 19" Einschub basierenden Gesamtanordnung auch der konkrete Aufbau und die Inbetriebnahme des Systems im Fokus. Mögliche Anforderungen der Software hinsichtlich Geschwindigkeit und Kapazität des Computersystems sind zu beachten.

Software und simulative Aufgaben:

Zur Ansteuerung des Lasers, der Aufzeichnung der Messdaten wie auch der Weiterverarbeitung der Rohdaten sind verschiedene Softwarekomponenten zu entwickeln. Dazu zählt eine schnelle Aufzeichnung der Rohdaten im Flugbetrieb, welche in enger Abstimmung mit dem Aufbau der elektromechanischen Komponenten erfolgen muss. Ein Modul zur Onlineauswertung der Rohdaten mit dem Ziel einer frühzeitigen Bewertung der gemessenen Daten wie auch einer Kompression der erfassten Rohdaten auf die Nutzdaten. Hier kann auf bestehende Arbeiten der PTB zurückgegriffen werden. Langfristig ist auch eine Optimierung und Weiterentwicklung der vorhandenen Online Auswertung beabsichtigt.

Weiterhin ist eine Optimierung der umströmten Ringmesszelle vorzunehmen. Hierzu sind mittels CFD Simulationen unterschiedliche Profil Geometrien zu erarbeiten und zu bewerten. Kriterien sollen unter anderem die resultierende Windlast auf die Struktur, das Strömungsprofil (Grenzschicht) wie auch Druck und Temperaturverteilung innerhalb des Rings sein.

Betriebswirtschaftliche Aufgaben:

Neben der Ausarbeitung von technischen Lösungsansätzen ist stets auch die konkrete Umsetzbarkeit zu prüfen. Hier spielen neben Fragen zum fertigungstechnischen und zeitlichen Aufwand auch die

damit einhergehenden Kosten eine Rolle. Zwingend zu berücksichtigen ist bei allen Teilaufgaben immer die erforderliche Flugzulassung des gesamten Systems.

Literaturhinweise

- [1] Manfred Wendisch and J.-L. Brenguier, *Airborne Measurements for Environmental Research: Methods and Instruments*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, (2013).
- [2] B. Buchholz, A. Afchine, A. Klein, C. Schiller, and M. Krämer, "HAI , a new airborne, absolute, twin dual-channel, multi-phase TDLAS-hygrometer: background, design, setup, and first flight data," *Atmos. Meas. Tech.*, p. 5194, (2017), doi:10.5194/amt-10-35-2017.
- [3] B. Buchholz, "Entwicklung, Primärvalidierung und Feldeinsatz neuartiger, kalibrierungsfreier Laser-Hygrometer für Forschungsflugzeuge," *Dissertation TU-Darmstadt* (2014), <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/4020/>, (2014).
- [4] B. Buchholz, N. Böse, and V. Ebert, "Absolute validation of a diode laser hygrometer via intercomparison with the German national primary water vapor standard," *Applied Physics B*, vol. 116, no. 4, pp. 883–899, (2014), doi:10.1007/s00340-014-5775-4.

Kontakt:

Dr. Astrid Lampert

Airborne Meteorology and Measurement Techniques

Institute of Flight Guidance, TU Braunschweig

Hermann-Blenk-Str. 27, 38108 Braunschweig

Phone: +49-531-391-9885