

Isoliertes Heißluft-Luftschiff „IsoLuftschiff“

Entwurf und Bau eines innovativen energiesparenden Modell-Heißluft-Luftschiffes für Kamera- und Atmosphärenmessaufgaben

Bedeutung:

Die Luftfahrt feiert in diesem Jahr ihr 225. Jubiläum. Den Brüdern Montgolfier gelang es, Menschen mit einem Heißluftballon durch die Luft zu tragen. Die Fahrtrichtung jedoch gab der Wind vor.

Nun auch noch in eine gewünschte Richtung zu fahren, das vermag ein Luftschiff. Durch Leitwerke, die mit Rudern ausgestattet sind und mittels eines Antriebs kann die Pilotin/ der Pilot die Richtung bestimmen.

In den 1970er Jahren erlebten die Heißluftballone eine Renaissance. Das hatte seine Ursache unter anderem in der Entwicklung neuer Hüllenmaterialien aus Nylon, der verbesserten Brennertechnologie und der einfachen Handhabung des Treibstoffes Propan, das zu Camping- und Heizzwecken weit verbreitet ist.

Aus aerodynamisch modifizierten Heißluftballonen sind Heißluft-Luftschiffe (HLLS) hervorgegangen. Eine Veränderung ist die geschlossene Hülle, und dass Vortrieb erzeugt wird mit leichten Motoren mit Propellern.

Anwendung finden die Heißluftballone und -Luftschiffe als Sportgerät und als Werbeträger sowie in der Forschung und für Film- und Fotoaufnahmen. Der Vorteil eines HLLS gegenüber dem Ballon ist sein Vermögen, an einer bestimmten Stelle in der Luft verweilen zu können und gezielt Punkte anfliegen zu können. Weitere Vorteile sind der einfache Aufbau am Einsatzort und die Lagerung und Transport in einem Anhänger. Die Nachteile von HLLS sind die geringe Fluggeschwindigkeit und die Wetterempfindlichkeit. Deshalb finden die Fahrten zu Zeiten geringer Thermik statt, also in den Wintermonaten und während der Sommermonate bevorzugt in den Morgen- und Abendstunden.

Die Heißluftballons und HLLS verlieren über ihre große Oberfläche Wärme. Durch eine verbesserte Isolation der Hülle, ist es möglich, die Wärmeenergie besser zu speichern. Mit geringerem Treibstoffverbrauch kann gefahren werden. Oder alternativ kann das HLLS kleiner gebaut werden. Durch das kleinere Volumen ist das Luftschiff schneller und manövrierfähiger.

Eine Regelung ist in der Lage, dem Piloten Arbeit abzunehmen und z.B. die Höhe und die Fluglage selbständig einzunehmen oder beizubehalten. Die Regelung ermöglicht so ein Treibstoff sparendes Fahren.

Ausgangspunkte:

Von den klassischen Luftschiffen wie der „Hindenburg“ oder dem modernen Zeppelin NT unterscheiden sich die HLLS neben der Struktur vor allem im Traggas. Die LZ 129 „Hindenburg“ war mit Wasserstoff, dem leichtesten aber brennbaren Traggas gefüllt. Der Zeppelin NT fliegt derzeit in Deutschland und in Japan. Er ist mit unbrennbarem aber teurem Helium gefüllt. Diese Luftschiffe sind permanent mit Traggas gefüllt, auch wenn sie längere Zeit nicht eingesetzt werden. Sie müssen im aufgerüsteten Zustand in speziellen Hallen untergebracht werden.

HLLS werden von den beiden britischen Firmen Cameron Balloons und Lindstrand Balloons, der russischen Firma RosAeroSystems sowie der GEFA-FLUG aus Deutschland gebaut.



1. HLLS-Weltmeisterschaft in Luxemburg
(<http://www.myairship.com/hotship/competition.html>)

Die Firma GEFA-FLUG, die aus einem Studierendenprojekt der TH Aachen hervorgegangen ist, hat das derzeit modernste HLLS entwickelt. Mit Heißluft fährt das Luftschiff AS105 GD mit bis zu 4 Personen 40 km/h schnell. Das Längen-Dicken-Verhältnis ist $\lambda = 3,3$. In der Hülle wird ein Überdruck aufgebaut. Das trägt zur Formstabilität des Luftschiffes bei. Zwei Propan-Brenner sind im Innenraum der Hülle platziert, was auch den Vorteil hat, dass die Brennergeräusche durch die Hülle abgeschirmt werden können. Die Fahrzeit beträgt je nach Nutzlast 1 bis 3 Stunden.

An der TH Aachen wurden für dieses Luftschiff aerodynamische, aerostatische und die Temperaturverteilung betreffende Messungen durchgeführt. Diese waren Bestandteil eines mehrjährigen Technologie-Projektes des Landes NRW zum Bau eines 4-sitzigen HLLS. Dieses Luftschiff erhielt seine Zulassung 1999.



HLLS der Firma GEFA-FLUG
(<http://www.gefa-flug.de/>)

Am Institut für Luft- und Raumfahrt der TU Berlin wurden umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit Ballonen und Luftschiffen gesammelt. Im Zuge des HeiDAS-Projektes -Heißdampf-aerostat- wurden leichte Isolationsmaterialien (innovativer Membran-Flock-Dämmstoff, iMeFD) für Ballonhüllen entwickelt. Diese Isolation ist extrem leicht, hoch reflektierend, gering Wärme abstrahlend, temperaturbeständig und komprimierbar, was eine wichtige Eigenschaft für Transport und Lagerung ist. Die Anwendbarkeit für Heißluftballone und das große Energiesparpotenzial von 40- 50% wurden bei Messungen und Simulationen an Versuchsballonen gezeigt.



Isolierter Versuchs-Heißluftballon des ILR Berlin und der Firma aeroix in der Peter-Behrens-Halle, Wedding, LNDW2007

In Kooperationen zwischen der TU Berlin und dem spanischen Ballonhersteller UltraMagic wurde ein bemannter Versuchsballon gebaut und in bereits 100 Flugstunden getestet. Die Verbrauchsmessungen bestätigen die am ILR gewonnen Ergebnisse. Im Moment wird ein 4-Personen-Ballon gebaut, der auf der ILA2008 in Berlin vorgestellt wird.

An diesen interessanten Untersuchungen nahmen Studierende der Projektwerkstätten des ILR mit teil. Auch konnten in den PW Erfahrungen auf dem Gebiet der Flugmechanik und Regelung gesammelt werden.

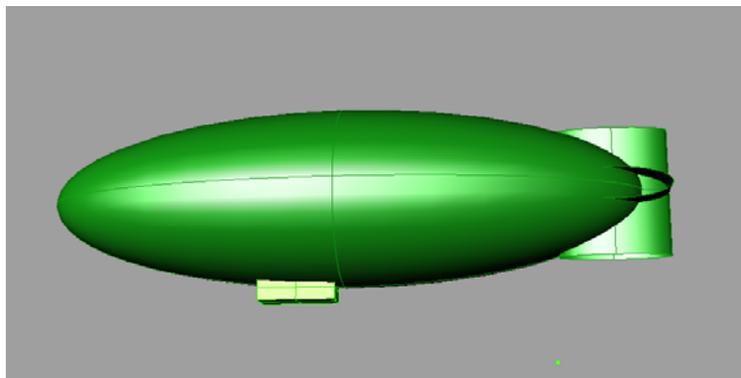
Unter anderem wurde in der PW VoFo zusammen mit dem Institut für Elektronik und medizinische Signalverarbeitung (EMSP) der TU Berlin eine Mess- und Regeleinheit zur Verbesserung der Flugeigenschaften entwickelt. Diese Einheit, die am Luftschiff mitfliegt und die Flugparameter regelt, kann mittels WLAN mit einem PC am Boden kommunizieren. Dafür konnten die PW und das EMSP im April diesen Jahres einen 4. Platz bei dem „3rd Annual Wireless Design Contest“ in San Jose, USA, erringen (<http://www.emsp.tu-berlin.de/lehre/MC-Labor/lantronixAWDC2008>).



Mess- und Regeleinheit am Luftschiff
EMSP-Labor TU Berlin und PW VoFo

Das Projekt:

Das Ziel der Projektwerkstatt „IsoLuftschiff“ ist der Entwurf und der Bau eines innovativen Modell-Heißluft-Luftschiffes mit geringem Energieverbrauch und verbesserten Flugeigenschaften durch das neue Isoliermaterial iMeFD und durch eine Regeleinheit. Das Luftschiff ist ferngesteuert und für den Außeneinsatz geplant. Das Luftschiff wird etwa eine Länge von 10 m haben und über ein Volumen von 30 m³ verfügen. Die Aufgaben des Luftschiffes können vielseitig sein. Als Nutzlast ist eine schwenkbare Kamera, mit der Möglichkeit Vermessungsaufgaben vorzunehmen oder eine atmosphärenphysikalische Messplattform zur Bestimmung meteorologischer oder Umweltdaten denkbar. Die Messungen können unkompliziert und in regelmäßigen Abständen stattfinden. Z.B. kann wöchentlich oder 14-tägig der Baufortschritt einer Großbaustelle, wie des BBI in Schönefeld, einer archäologischen Grabungsstätte oder eines rekultivierten Tagebaues mit einer Kamera dokumentiert werden. Mit einer physikalischen Messplattform kann der Anteil an Aerosolen und Spurengasen, wie z.B. Ozon, bestimmt werden.



CAD-Skizze des „IsoLuftschiffes“
PW VoFo

Beitrag zur Studienreform:

Das „IsoLuftschiff“ ist ein Beitrag zur Einsparung an Treibstoff, Verminderung von Brennergeräuschen und Verbesserung der Einsatzigenschaften. Dies ist ein anschauliches und anspruchsvolles Thema für Studierende der Luft- und Raumfahrt, der Elektronik, des Maschinenbaus, der Physik, der Mathematik und Informatik wie auch für Industriedesigner und Wirtschaftsingenieure.

In der Projektwerkstatt nutzen Studierende die Möglichkeit, praktische Erfahrungen an einem spannenden luftfahrtrelevanten Thema zu gewinnen. Gemeinsam werden Teilziele festgelegt und ein Zeitplan erstellt. An der konkreten Aufgabe können die Studierenden viel voneinander lernen bezüglich fachlicher Fragen wie auch der Organisation. Die Arbeit in der Gruppe wird selbst organisiert. Der Prozess des forschenden Lernens unterscheidet die Arbeit der Projektwerkstatt vom klassischen Studienablauf aus Vorlesung, Übungen und Tutorien mit ihrem festgelegten Lehrplan.

Jede Studentin und jeder Student bringt seine Erfahrung und sein Wissen aus den unterschiedlichen Vorlesungen ein und vermittelt es den anderen. Den Teilaufgaben gemäß kann jeder sich seinen speziellen Interessen und Stärken widmen und neue für Gebiete für sich entdecken. Dies kann eine wichtige Entscheidungshilfe für die Orientierung im weiteren Studienverlauf bieten. Die Teilnehmer haben die Möglichkeit, sich mit bestimmten Themen, die in Vorlesungen nur kurz behandelt werden können, intensiv und praktisch zu befassen. So hat man z.B. die Möglichkeit, elektrische Schaltungen für den Messaufbau zu entwerfen und zu löten, lernt mit der Nähmaschine umzugehen und erlernt den Umgang mit Messgeräten. CAD- und Mathematikprogramme, wie auch Excel und Word, erlernen sich gut beim täglichen Gebrauch.

Exkursionen, wie z.B. zur LTA- Tagung der DGLR und zur Ballonbaufirma GEFA-FLUG und Zeppelin NT, runden die Arbeit der PW ab und erlauben einen ersten Einblick in das spätere Berufsleben. Es lassen sich Kontakte für spätere Praktika oder Bachelor - und Masterarbeiten in der Industrie knüpfen. So bereichert die Projektwerkstatt mit ihrer selbstverantwortlichen und eigenständigen Arbeitsweise den Vorlesungsalltag. Die intensive Zusammenarbeit in der Gruppe fördert die Team- und Kommunikationsfähigkeit und soziale Kompetenzen, die unter dem Begriff ‚Soft-Skills‘ zunehmend von Berufsanfängern erwartet werden.

Projektplan:

1.Semester

- Aufbau einer Heizanlage aus einem Brenner und Test an einem Modell-Heißluftballon in der Versuchshalle und im Freien
- Entwurf des Modell-Heißluft-Luftschiffes „IsoLuftschiff“
- Einarbeiten in die Nähtechnik von isolierten Hüllenmaterialien
- Entwurf und Bau einer Kamerahalterung und einer atmosphären-physikalischen Messplattform
- Exkursion zum Ballon- und Heißluft-Luftschiff-Hersteller GEFA-FLUG in Aachen

2.Semester

- Bau der Brenneranlage bestehend aus 2 Brennern und Ventilatoren zur Luftzufuhr
- Nähen der Luftschiff-Hülle und der Leitwerke
- Entwicklung und Bau einer Mess- und Regeleinheit für Flugparameter
- Zwischenpräsentation bei der Langen Nacht der Wissenschaften 2009

3.Semester

- Versuche mit der Brenneranlage in einer geschlossenen Ballohnülle mit regelbaren Auslassventilen
- Entwurf und Bau der Antriebseinheit aus Elektromotoren, Motorenreglern, Akkumulatoren und Luftschrauben
- Beginn Zusammenbau des „IsoLuftschiffes“
- Exkursion zu Zeppelin NT

4.Semester

- Fertigstellen des „IsoLuftschiffes“
- Flüge in der Peter-Behrens-Halle und im Freien zum Testen und Optimieren der Flugeigenschaften
- Kamera- und Messflüge in Berlin und Brandenburg
- Präsentation auf der Luftfahrtausstellung ILA2010 und DGLR-Tagung „Leichter als Luft“

Martin Zobel
Erich Fink
Milan Habovcik
Lars Paasche
Martin Wähler