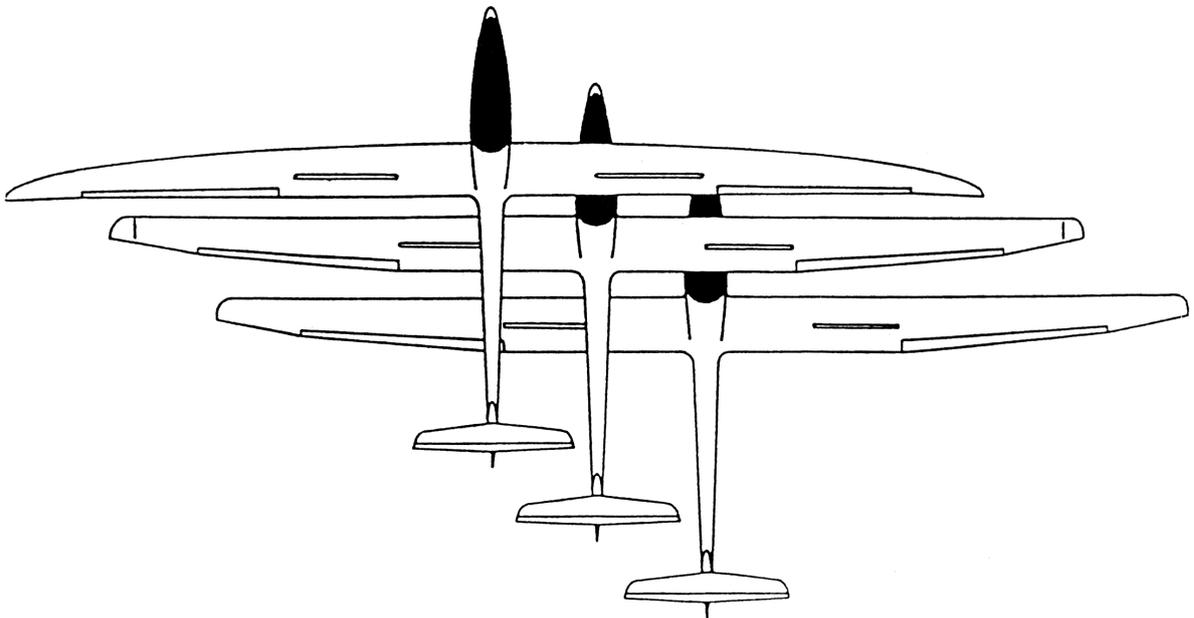
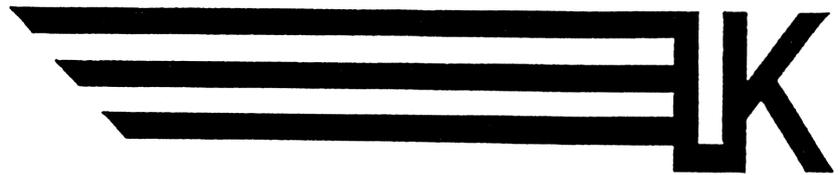


Akademische Fliegergruppe an der
Universität Karlsruhe e.V.



Jahresbericht 2005 & 2006

53. Jahresbericht der Akademischen Fliegergruppe an der Universität Karlsruhe e.V.

Wissenschaftliche Vereinigung in der
Interessengemeinschaft Deutscher Akademischer Fliegergruppen
(Idaflieg)

Herausgeber:
Akaflieg Karlsruhe
Universität Karlsruhe (TH)
Kaiserstraße 12
76128 Karlsruhe

Telefon: (0721) 608-2044 (Büro)
Telefax: (0721) 608-2041 (Büro)
Telefon: (0721) 608-4487 (Werkstatt)
Telefon: (0721) 608-4466 (E-Labor)

Internet: <http://www.akaflieg.uni-karlsruhe.de>
E-Mail: akaflieg@akaflieg.uni-karlsruhe.de

Konten der Aktivitas:

Badische Beamtenbank BLZ: 660 908 00 Konto-Nr.: 296 062 1
BW-Bank BLZ: 600 501 01 Konto-Nr.: 749 550 123 4

Konto der Altherrenschaft:

Postbank BLZ: 660 100 75 Konto-Nr.: 116511-751

Vorwort



Das Jahr 2005 war ohne Zweifel ein historisches Jahr für die Luftfahrt. Der Erstflug des Airbus A380 stellte eindrucksvoll unter Beweis, was möglich ist, wenn mit vereinten Kräften bestehende Grenzen erweitert werden. Neben allen Superlativen ist dieses Flaggschiff des 21. Jahrhunderts in erster Linie eine herausragende Ingenieursleistung - auch deutscher Ingenieure, die wie Sie ihre Laufbahn in akademischen Fliegergruppen begonnen haben.

Wie kaum ein anderer Bereich fasziniert die Fliegerei Menschen auf der ganzen Welt. Wie viele andere Wissenschaften lebt die Luftfahrt von der Begeisterung derer, die sich ihr intensiv widmen. Der Jahresbericht 2005/2006 der Akademischen Fliegergruppe an der Universität Karlsruhe zeigt anschaulich, wie es der Akaflieg immer wieder gelingt, Theorie und Praxis zu verbinden.

In ihren Entwicklungsprojekten rund um das Segelflugzeug AK 8 forschen Sie an Themen wie Sicherheit, Aerodynamik oder Schallisierungen und geben zusammen mit den anderen akademischen Fliegergruppen in Deutschland immer wieder neue Impulse für industrielle Weiterentwicklungen.

Sie kombinieren so seit fast acht Jahrzehnten mit Erfolg wissenschaftliche Forschung und fliegerische Ausbildung für Studenten. Die unzähligen Arbeitsstunden in der Werkstatt werden durch den damit verbundenen umfangreichen Erfahrungsschatz am Boden und in der Luft mehr als aufgewogen. Ihre Akaflieg bietet Studierenden damit eine große Chance für den Start ins Berufsleben. Auch dafür verdienen Sie besondere Anerkennung.

Denn diese Erfahrungen, diese Motivation und diese Begeisterung tragen dazu bei, dass auch in Zukunft ehrgeizige Luft- und Raumfahrtprojekte mit Mut und Zuversicht angegangen werden. Ich wünsche der Akaflieg Karlsruhe und all ihren Mitgliedern daher weiterhin alles Gute und viel Erfolg.

A handwritten signature in black ink that reads "Rolf Bütje". The signature is written in a cursive, slightly stylized font.

Dr. Rolf Bütje
Leiter der EADS-Konzernforschung Deutschland

Inhaltsverzeichnis

1	Projekte und Forschungsarbeit	9
1.1	DG-1000 Turbine	9
1.2	AK-8 Unfall	12
1.3	ASTS	12
1.4	AK-X	15
1.5	Tragflächenentwurf für eine Weiterentwicklung des Swift S-1	16
1.6	Baro/INS Flughöhenmesser	20
1.7	Cockpit Designstudie: Flugraum	27
1.8	Durlacher Winde	28
1.9	Idaflieg Wintertreffen 2005	30
1.10	Idaflieg Sommertreffen 2005	37
1.11	Idaflieg Wintertreffen 2006	39
1.12	Werkstattbericht 2005	48
1.13	Werkstattbericht 2006	48
2	Flugbetrieb	50
2.1	Schulungsbetrieb 2005	50
2.2	Schulungsbetrieb 2006	53
2.3	Segelkunstfluglehrgang der IDAFLIEG 2005	55
2.4	Überlandflug	56
2.5	Fliegen in den Alpen	56
3	Persönliches	59
3.1	Die Akaflieger Hochzeit 2005	59
3.2	Leistungen besonderer Art	60
4	Who's who in der Akaflieg	61
5	Den Freunden und Förderern unserer Gruppe	64
5.1	Liste der Spender und Förderer 2005/06	64
5.2	Wunschliste	66

Kapitel 1

Projekte und Forschungsarbeit

1.1 DG-1000 Turbine

Die neue DG-1000 der Akaflieg Karlsruhe hat sich schnell in die Herzen der Piloten erschlossen. Nachdem sie Ende Mai an uns ausgeliefert werden konnte, wurden die ersten Starts während des Pfingstschulungslagers auf dem Flugplatz Klippeneck absolviert, wo das Flugzeug mit Leistung und Eleganz überzeugen konnte.

Währenddessen ging es mit den Arbeiten am Projekt DG-1000 Turbine allmählich voran. Ein Grossteil dieser Aufgabe besteht aus Überlegungen der Turbineneignung und Leistungsabschätzung. Es sei hier auch schon auf die Diplomarbeit von Guillaume Ring verwiesen, welche sich speziell mit der Temperaturverteilung der Austrittsgase um das Leitwerk des Flugzeuges befasst. Es hat sich dabei als sehr hilfreich gezeigt, dass nun auch andere Gruppen die Initiative ergriffen haben, ein Segelflugzeug mit Turbinenantrieb zu entwickeln. Bei Gesprächen konnten so wichtige Erfahrungen ausgetauscht und Hilfestellungen geboten werden.

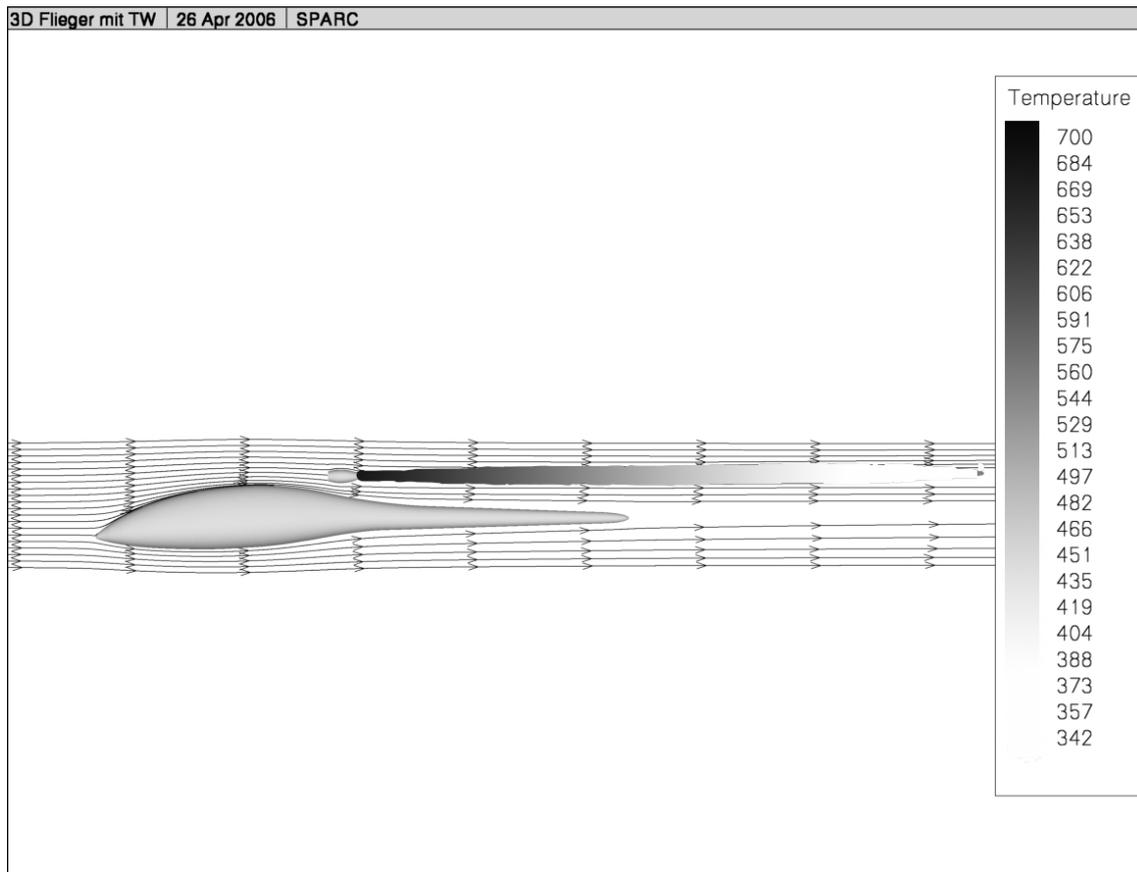
Bereits lange vor Erhalt des Flugzeuges hatten die ersten Gedankenspielerien diesbezüglich stattgefunden. Die anfängliche Idee, die Turbine im Rumpf zu belassen, später diese auch ausfahrbar zu machen, wurde nach den ersten Abschätzungen des Aufwandes verworfen. Der erste Prototyp soll ein starres Gerüst oberhalb des Motorkastens erhalten, auf dem die Turbine installiert wird. Den Nachteil des deutlich erhöhten Luftwiderstandes muss man hierfür in Kauf neh-



Abbildung 1.1: *Turbine TJ-100*

men. Das Flugzeug in dieser Konfiguration wäre somit nur für Probeflüge sinnvoll. Von daher gilt die Bedingung, dass die Turbine und das Gestell sowie weitere, externe Anbauten sich leicht entfernen lassen können, um nicht unnötig den Schulungsbetrieb mit dem Flugzeug aufzuhalten.

Aerodynamische Überlegungen, wie der Einlass oder die Verkleidung der Turbine aussehen sollten, fielen damit recht leicht. Die Turbine benötigt keinen besonders geformten Lufteinlass, so dass es genügt, eine aerodynamisch einfache Ummantelung zu bauen. Diese Konfiguration vereinfacht, wenn auch nur teilweise, die Bauvorschrift der CS-22, Abschnitt H, welche sich mit dem Einbau von Turbinen in Segelflugzeugen beschäftigt. Dieser Abschnitt kam im Frühjahr 2006 zur Bauvorschrift für Segelflugzeuge hinzu, nicht zuletzt, weil vermehrt Interesse an solch einem Antrieb bei Segelfliegern

Abbildung 1.2: *Simulationsergebnis*

besteht.

Weitaus komplizierter gestaltete sich der Entwurf eines Auslasses für die Turbine. Wie bereits bekannt war, ist der Abgasstrahl der Turbine im Stand um einige Grad wärmer als für Kohlefaserbauteile erlaubt. Dies betrifft besonders das Leitwerk, welches sich kaum drei Meter hinter der Turbine befindet.

Da jedoch auch seitens des Turbinenherstellers nicht bekannt war, wie sich die Temperaturverteilung im Flug verhält, wurde zu diesem Thema eine Diplomarbeit geschrieben. Guillaume Ring beschäftigte sich während des Wintersemesters 2005/06 explizit mit diesem Thema. Die Ergebnisse waren jedoch nicht zufriedenstellend. Auch bei geringer Leistungsabgabe erreichten die Temperaturen im Flug deutlich zu hohe Werte.

Da mit diesem Ergebnis zu rechnen war, fiel auch nicht die Idee, einen „Auspuff“ zu

bauen, der den Abgasstrahl zwei-teilt und am Leitwerk vorbeiführt. Diese Methode bewährt sich auch seit einigen Wochen bei einem tschechischem Blanik Segelflugzeug. Der Turbinenhersteller hat auf diesem Flugzeug die Eignung der Turbine bei Segelflugzeugen selber getestet. Die Konfiguration ist unserer ähnlich und auch hier wurde der Turbinenstrahl zwei-geteilt.

Es laufen nun die ersten Schritte, um mit den tschechischen Entwicklern einen vergleichbaren Auslass für die DG-1000 Turbine zu entwickeln. Es gestaltet sich hier allerdings noch etwas schwieriger, denn der Blanik besteht größtenteils aus Metallwerkstoffen, die höhere Temperaturen ertragen können.

Größere Anbauten zur Temperaturminderung verschlechtern auch die Möglichkeit, die Turbine im Flug ein- bzw. auszufahren. Um zu Vermeiden, dass der Pilot die Tur-

bine mit dem heißen Einlass in den Rumpf einfährt, muss auch hier eine Regelung entworfen werden.

Ähnlich gestaltet sich die Problematik der Schallminderung. Vom Gesetzgeber wird eine maximale Lautstärke bei voller Motorenlast vorgeschrieben. Da ein Großteil der Geräusche am Austritt der Turbine entstehen, müssen an dieser Stelle die Geräusche aktiv oder passiv gedämmt werden. Eine Überlegung zur aktiven Schallminderung ergab sich im Januar 2006, als im Rahmen eines Wettbewerbes ein Konzept zur Schallminderung bei Flugzeugen mittels Piezokeramiken von der Akaflieg Karlsruhe vorgestellt wurde. Bei dieser Technik werden Piezokristalle in Bauteile eingelassen, die durch ihr Schwingen Geräusche verursachen. Regt man die Piezokristalle mit der gleichen Frequenz wie das schwingende Objekt, nur um 180° phasenverschoben, kompensieren sich die Schwingungen und es entsteht kein Geräusch. Leider sind solche Techniken noch nicht für hohe Temperaturen ausgelegt.

Ein besseres, passives Verfahren, hat die Arbeitsgruppe um Herrn Prof. Gärtner an der FHT Esslingen entwickelt. Bei diesem Verfahren wird der „Auspuff“ durch die austretenden Gase zum Schwingen gebracht, was die Geräuschbildung ebenfalls verringern kann.

Allem voran geht natürlich die Sicherheit des Piloten. Die Turbine verfügt über genügend Leistung, das Flugzeug schnell auf die maximale Fahrt zu beschleunigen. Dies muss mit einer Regelung entgegengewirkt werden.

Im Falle eines Motorschadens muss das Flugzeug weiterhin flugfähig sein. So muss bei Motorenbrand eine aktive Brandbekämpfung eintreten. Um zu vermeiden, dass losgelöste Teile das Flugzeug beschädigen, muss eine Ummantelung aus Kevlar entwickelt werden.

Um den Betriebszustand der Turbine erfassen zu können, benötigt der Pilot weiterhin ein Anzeigeelement.

Die Untersuchung des CANaerospace-Buses, über den die Turbine Statusmeldungen verschickt, ergab, dass es ohne größere Ausrüstung möglich ist, ein Gerät zu bauen, das für den Segelflugpiloten relevante Daten anzeigt.

Der CANaerospace-Bus ist eine Abwandlung vom bekannten CAN-Bus, welcher primär in Datenbussen moderner Fahrzeuge verwendet wird. Es handelt sich dabei um einen zweiadrigen seriellen Datenbus. Die Abwandlung von Stock Flight Systems ist speziell auf die Anforderungen in Luftfahrzeugen optimiert und wird somit auch von der TJ100 unterstützt.

Zur Anzeige der gesendeten Daten bietet es sich an, bereits vorhandene Instrumente im Cockpit zu verwenden. So laufen im Moment die ersten Entwicklungen an, die Daten auf dem Display des Transponders anzuzeigen. Hierfür wird eine Platine entwickelt, welche den CANaerospace-Bus in RS422 Signale umwandelt, welcher von solchen Geräten zum Datenaustausch verwendet wird.

Während des Herbstschulungslagers im Oktober 2005 kam es bedauerlicherweise zu einer unglücklichen Landung, die einen erheblichen Schaden am Fahrwerk mit sich zog. Mehrere Monate lang musste das Flugzeug am Boden bleiben und stand nur bedingt für Projektmodifikationen zur Verfügung. Im Frühjahr 2006 erhielt die Akaflieg Karlsruhe ihre reparierte und überholte DG-1000 zurück, so dass nun bei der kommenden Winterwartung wieder viele Stunden in weitere Umbauten am Rumpf, wie z.B. einen Tankeinlassstutzen, fließen können.

Thibault Bautze

1.2 AK-8 Unfall

Nach dem Unfall am 06.05.2005, als die AK-8 bei einer Außenlandung auf dem Obertsroter Sportplatz im Murgtal schwer beschädigt wurde, begann für uns die Aufbauphase. Begonnen wurde mit der Erstellung eines Befundberichts und dem Ausschichten der zerstörten linken Fläche. Die rechte Fläche wies Schäden an den Verbohrungen für die Bolzen auf. Diese waren so groß, dass eine einfache Reparatur am Holmkasten nicht in Frage kam und entschieden werden musste, ob man diese Fläche auch neu baut oder ob eine schwierige Reparatur, heißt ein komplettes Ersetzen des Holmkastens versucht werden würde. Die Aktivitas informierte sich über die Vor- und Nachteile der beiden Möglichkeiten. Nachdem feststand, dass eine reparierte Fläche kein Sicherheitsrisiko darstellen würde, haben wir uns für eine Reparatur entschieden. Der Wiederaufbau begann am Rumpf. Dieser hatte Schäden am Flügel-Rumpfübergang, an der Rumpfunterseite, an den Verkleidungen im Rumpf und an der Seiten-Höhenruderaufhängung.

Diese Baustelle ist zum jetzigen Zeitpunkt bis auf das Lackieren abgeschlossen. Es wurde ein neues Seitenruder gebaut und damit das stark beschädigte ersetzt. Momentan wird an beiden Flächen gearbeitet. An der Rechten wurde der Holmkasten entnommen, die Wicklungen um die Holmgurte abgeschliffen und die Fläche auf ca. 40 cm zum Anschäften des Holmkastens geöffnet. Ein neuer Holmkasten wurde gebaut und wurde bereits verklebt. Kleinere Beschädigungen an der Flächenschale wurden geschäftet. Das beschädigte rechte Querruder wurde als Positivform hergerichtet und wird benutzt, um eine Negativform und später darin ein neues Querruder zu bauen.

Für die linke Fläche wurden die Alunegativformen aufgebaut und beide Schalenformen ausgerichtet. In den alten Holmgurtformen wurden Holmgurtdummies gebaut, diese in den Flächenformen an die eigenwillige Kontur angepasst und damit neue Holmgurtnegativformen gebaut. Bei der Firma DG-



Abbildung 1.3: *Bau einer neuen Gurtform*

Flugzeugbau in Bruchsal wurden im Sommer 2006 die Gurte gezogen. Allerdings ist ein Gurt unbrauchbar, da die Form beim Absaugen Probleme bereitete. Deshalb wurde wieder eine neue Holmgurtform gebaut und der entsprechende Gurt gezogen.

Momentan läuft die Materialbeschaffung für die linke Tragfläche. Die Formen sind nivelliert und Einzelteile wie Bremsklappenkasten oder Querruderform sind bereits fertiggestellt.

Lars Reichardt

1.3 ASTS

Im Jahr 2005 wurden einige Tests mit den vorhandenen 433-MHz-Funkmodulen durchgeführt. Leider verliefen diese Tests wenig erfolgreich. Daher stellt sich weiterhin die Frage nach einer geeigneten und kostengünstigen Möglichkeit, die gemessenen Daten vom Flugzeug zur Winde zu übertragen. Eine solche Übertragung muss unter anderem folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Reichweite muss ca. 1,5 km (normale Länge einer Schleppstrecke zuzüglich Sicherheit) betragen; diese Reichweite muss auch am Boden erreicht werden, um das Anrollen des Flugzeugs zu erfassen.
- Die Übertragung darf auch bei einer Relativgeschwindigkeit von 150 km/h zwischen den Stationen nicht abreißen.
- Die Datenübertragungsrate sollte ca. 1 kB/s erreichen.
- Die Verbindung muss bidirektional sein; eine Vollduplexverbindung ist wünschenswert, wenngleich nicht zwingend erforderlich.
- Der Betrieb muss in Deutschland legal sein.

Schwierigkeiten bereitet hierbei vor allem der erste Punkt: während Funkübertragungsmodule für 200 Meter leicht erhältlich sind, ist eine Strecke von mehr als einem Kilometer schwierig zu überbrücken.

Nachdem einige Lösungsansätze verworfen werden mussten, wurde die WLAN-Technik ins Auge gefasst. Die Erfahrungen, die im Zusammenhang mit der Starterfassungsanlage gemacht wurden, bestätigen, dass die benötigte Reichweite erreicht wird. Auch die Datenübertragungsrate ist mehr als ausreichend. Außerdem hat WLAN gegenüber einer Transceiver-Lösung den Vorteil, dass der Kanalmehrfachzugriff nicht mehr selbst implementiert werden muss.

Eine kostengünstige Grundlage für eine WLAN-Übertragung kann zum Beispiel ein OpenWRT-Router bilden. Hierbei handelt es sich um WLAN-Router, deren Firmware sich durch ein modifiziertes Linux ersetzen lässt. Dann können die Geräte den eigenen Bedürfnissen angepasst werden. Gegebenenfalls kann auch eine Vorverarbeitung der Daten auf diesen Geräten erfolgen, so dass kein leistungsstarker Microcontroller mehr benötigt wird.

Eine weitere relevante Frage ist die nach

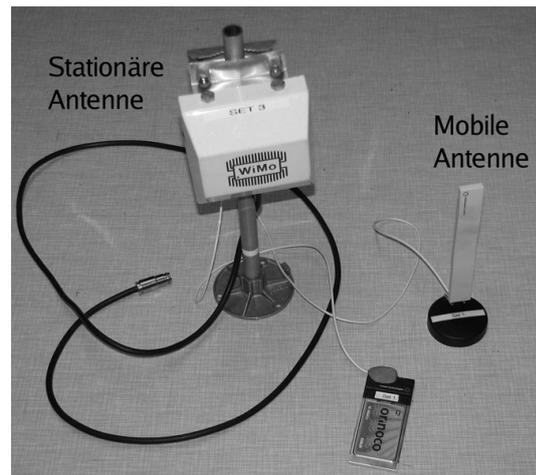


Abbildung 1.4: Die verwendeten Antennen

der Relativgeschwindigkeit der Stationen. WLAN ist für ruhende Stationen konzipiert; spezifiziert ist die Datenübertragung bis zu einer Geschwindigkeit von wenigen Metern pro Sekunde und liegt damit um den Faktor 10 bis 20 unter der erforderlichen Geschwindigkeit.

Während die Dopplerverschiebung und -verbreiterung des Spektrums bei diesen Geschwindigkeiten nicht relevant sind (Danke an dieser Stelle an das Institut für Höchstfrequenztechnik und Elektronik der Universität Karlsruhe für die Hilfe bei der Recherche und Berechnung) könnte die Zeitvarianz des Übertragungskanals ein Problem darstellen.

Der Übertragungskanal einer Funkverbindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Signal an Gegenständen, Wänden oder dem Boden reflektiert wird und den Empfänger auf mehreren verschiedenen langen Pfaden mit unterschiedlicher Zeitverzögerung erreicht, so sich die einzelnen Signale überlagern.

Die Signalverfälschung, die daraus entsteht, kann rechnerisch kompensiert werden, sofern die Eigenschaften des Kanals, also die Stärke und Verzögerung der einzelnen Reflexionen, bekannt sind. Da dies à priori nicht der Fall ist, wird im Abstand von eini-

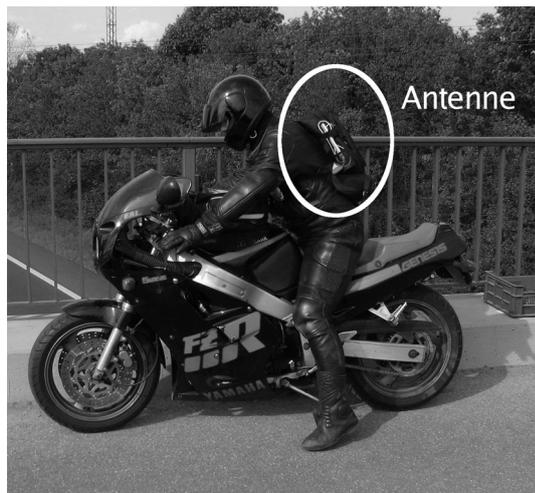


Abbildung 1.5: *mobile Funkeinheit auf dem Motorrad Abbildung*

gen Millisekunden ein bekanntes Testsignal ausgesickt. Anhand des Empfangssignals lassen sich die momentanen Kanaleigenschaften bestimmen.

Ändern sich nun zwischen zwei Kanalvermessungen die Eigenschaften des Kanals zu stark, was zum Beispiel durch Bewegung der Stationen zueinander der Fall sein kann, dann ist keine Datenübertragung mehr möglich.

Wie empfindlich WLAN diesbezüglich ist, lässt sich auf theoretischem Weg nur schwer bestimmen. Daher wurde entschieden, einige Versuch durchzuführen. Um die Eignung für hohe Geschwindigkeiten zu überprüfen, wurde an einer Straße ein Laptop mit angeschlossener Antenne positioniert. Ein weiterer Laptop samt Antenne befand sich auf einem Motorrad, das sich auf die Antenne zubewegte (siehe Abbildungen 1.4 und 1.5).

Die bewegliche Station sendete pro Sekunde 10 Pakete mit einer Länge von jeweils 100 Byte aus. Dies entspricht in Funktion und Datenrate ungefähr der Anwendung im Flugzeug. An der festen Station wurden die Daten empfangen und aufgezeichnet. Außerdem wurde mit einem GPS-Logger die



Abbildung 1.6: *Antenne und Laptop im Motorsegler*

Position der mobilen Einheit protokolliert. Mittels eines Zeitstempels in den Datenpaketen lassen sich so die empfangenen Pakete der Position des Senders zuordnen.

Hierbei stellte sich heraus, dass die Verbindung auch bei relativ hohen Geschwindigkeiten einwandfrei funktioniert. Sobald die mobile Einheit in Sichtweite der stationären Antenne kommt (bei diesem Versuch war das in einer Entfernung von ca. 500 Metern der Fall), werden Daten empfangen.

In einem weiteren Versuch wurde die mobile Sendeeinheit in einem Motorsegler angebracht (siehe Abbildung 1.6). Bei einigen tiefen Überflügen über die Schleppstrecke konnten Daten vom Flugzeug zum Boden übertragen werden. Wenngleich die Ergebnisse nicht so gut wie erhofft ausfielen, besteht doch Grund zu der Annahme, dass WLAN für die gestellte Aufgabe geeignet ist.

Eine weitere Schwierigkeit stellt der Einfluss des Bodens dar. Für die ungehinderte Wellenausbreitung sind nicht nur Hindernisse relevant, die sich in der direkten Verbindung zwischen Sender und Empfänger befinden, sondern auch in einem ellipsoidförmigen Gebiet, das sich ober- und unterhalb der Verbindungslinie erstreckt (Fresnel-Zone).

Befindet sich nun eine Antenne in der Nähe des Bodens, so überlappt der Boden mit der Fresnel-Zone und stört die Wellenausbreitung. Damit die Verbindung funktioniert, müssen sich die Antennen also in ausreichender Entfernung über dem Boden befinden. Durch Versuche konnte festgestellt werden, dass hierfür bei einer Entfernung von einem Kilometer eine Höhe von ca. 2 Metern notwendig ist. Dies ist im Segelflugzeug allerdings kaum zu realisieren. Daher wird voraussichtlich eine Relaisstation in der Nähe der Startstelle erforderlich werden, welche die Daten zur Winde weiterleitet, solange das Flugzeug nicht abgehoben hat.

Weitere Versuche werden darin bestehen, einen zuverlässigen Aufbau für die Datenübertragung am Boden zu finden und danach einige Tests im Windenstart mit einem Segelflugzeug durchzuführen.

Martin Herrmann

1.4 AK-X

Neben dem Neubau der Fläche der AK-8 wird bereits weitergedacht und so läuft zur Zeit die Entwicklung eines neuen Flugzeuges. Als AK-X ist ein Doppelsitzer geplant. Sie soll 20 m Spannweite und Wölbklappen erhalten und mit besseren Flugleistungen die Doppelsitzerklasse aufmischen. Durch hohe Flügeltiefen und klappenlose Flächen scheint mit den derzeit weit verbreiteten Modellen DuoDiscus und DG-1000 das Optimum noch nicht erreicht zu sein.

Die Streckung wird daher bei der AK-X höher ausfallen - ein Flügelfläche, von ca. $14,5m^2$ ist geplant. Ein 3-Klappen-Flügel mit überlagerter Steuerung von Wölbklappen und Querrudern soll eine hohe Wendigkeit erzielen, sodass sich das Flugzeug in der Handhabung von einem Einsitzer möglichst wenig unterscheidet. Eine steife und leichte Flügelkonstruktion soll dafür sorgen, dass Aufwinde besonders gut fühlbar sind und das Zentrieren leicht fällt.

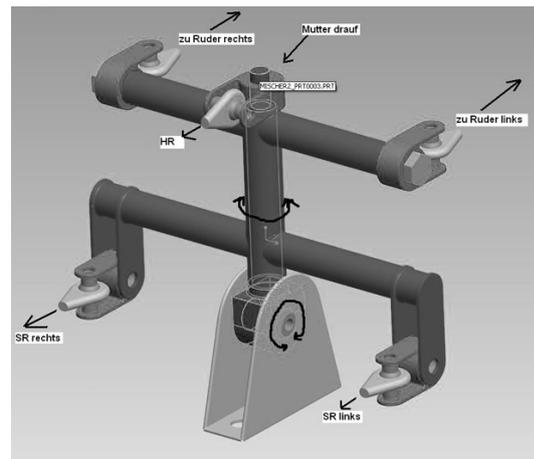


Abbildung 1.7: *Erste Entwürfe einer neuen Ruderansteuerung*

Winglets sind geplant, um den induzierten Widerstand zu verringern und angenehme Langsamflugeigenschaften herzustellen. Damit sich der Bauaufwand in Grenzen hält, sollen viele Teile von Serienflugzeugen übernommen werden. Ob das bei der Tragfläche realisierbar ist, ist unsicher, da die vorhandenen Muster entweder eine zu große oder zu kleine Flügelfläche ergeben würden. Das Cockpit wird hinsichtlich Ergonomie und Bedienbarkeit optimiert werden. Um die Anzahl der Hebel zu verringern, wird das Fahrwerk elektrisch betätigt, was auch die Komplexität der Mechanik senken soll. Die Planungen haben eben erst begonnen, darum wird es noch einige Zeit dauern, bis konkrete Ergebnisse sichtbar werden. Die Entwicklung kann, wenn es soweit ist, auf der Homepage der Akaflieg Karlsruhe verfolgt werden.

Erik Braun

1.5 Tragflächenentwurf für eine Weiterentwicklung des Swift S-1

Studienarbeit von Tobias Hertrampf

Motivation

Der Weltmeister im Segelkunstflug, E. Müller, beschreibt den Kunstflug als *bewusste Sicherheit in allen Fluglagen und allen Flugsituationen* [1]. Damit trifft er die Thematik des Kunstfluges gut. Es geht nicht alleine darum, mit dem Flugzeug zu spielen oder schöne Figuren an den Himmel zu zaubern, sondern das Flugzeug in allen Fluglagen zu beherrschen.

Die Segelflugzeughersteller haben in den letzten Jahren und Jahrzehnten dem kleinen Markt der Segelkunstflugzeuge wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Für eine Gruppe von Studenten, wie in der Akaflieg Karlsruhe, bietet es sich daher an in diesem Bereich eigenen Visionen und Ideen nachzugehen.

Viele Einsitzer und Doppelsitzer sind für Kunstflugfiguren zugelassen, aber für die Ausübung des *uneingeschränkten* Kunstfluges in Wettbewerben stehen nur wenige Flugzeuge zur Verfügung.

Dominiert werden die Wettbewerbe vom *Swift S-1*. Von diesem Muster wurden 30 Exemplare gebaut, bevor die Produktion eingestellt wurde. Selbst dieses Flugzeug erfüllt nicht alle Wünsche der Kunstflugpiloten. Am häufigsten wird der geringe Auftrieb im Rückenflug bemängelt und eine höhere Rollrate gewünscht.

Als Grundlage für die Untersuchungen im Rahmen der Studienarbeit dient der *Swift S-1*. Des weiteren wird auf die Erfahrung von Kunstflugpiloten und Punktrichtern sowie die Flugerprobung weiterer Kunstflugzeuge zurück gegriffen. Interessant sind neben dem *Swift S-1* die *SH-2H* und die *Mü28*. Die Wünsche für den Tragflächenentwurf im Vergleich zum *Swift S-1* lassen sich wie folgt formulieren:

- Steigern der Rollwendigkeit,



Abbildung 1.8: *Swift S-1*

- Erhöhen des Auftriebsbeiwertes im Rückenflug sowie
- Senken der Start- und Landegeschwindigkeit.

Dabei sollen die guten Eigenschaften wie

- die niedrigen Handkräfte für die Steuerung und
- die steife Steuerung

unverändert bleiben.

Die Anforderungen an die Tragflächen - eine kleine Zusammenstellung

Profil der Tragflächen

Gefordert wird von dem Tragflächenprofil:

- hohen Auftrieb zu liefern und dabei
- wenig Widerstand zu verursachen.
- Ein symmetrisches Verhalten im Normal- und Rückenflug für den Kunstflug und
- nicht zu gutmütige Überzieheigenschaften.

Diese vier Punkte sind teilweise voneinander abhängig und müssen mit den gegenseitigen Wechselwirkungen betrachtet werden.

Die *Mü28* ist ein Beispiel, bei dem auf hohe Wendigkeit um die Längsachse und symmetrische Flugeigenschaften optimiert wurde [2]. Ergebnis sind ungenügende Abreißseigenschaften, die für ein Kunstflugzeug ebenso wichtig sind.

Die Grundlage für den Entwurf eines neuen Profils bildet ein Überblick über den Einsatzbereich, den Profilwiderstand und den induzierten Widerstand.

Einsatzbereich des Profils

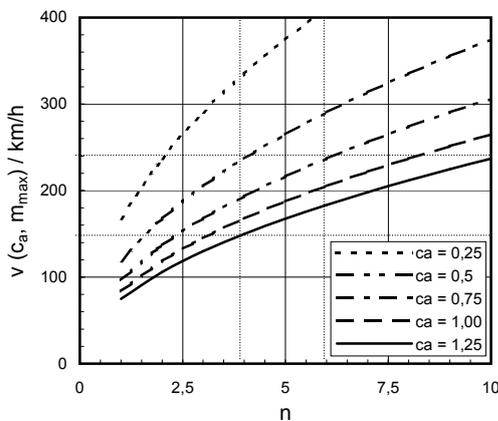


Abbildung 1.9: v abhängig von c_a , m_{max} und n .

Analysiert wird für die bestehende Tragfläche der Geschwindigkeits v -, der Auftriebsbeiwerts c_a - und der Reynoldszahl Re -Bereich.

Lastvielfache n können in einem Flugzeug nur soweit auftreten, wie die Tragfläche in der Lage ist Auftrieb zu erzeugen. Daraus ergibt sich der folgende Zusammenhang für die Auftriebskraft F_a :

$$F_a = n m g = \frac{\rho}{2} v^2 c_a A_F \quad (1.1)$$

und umgestellt für die Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{\frac{2 n m g}{\rho c_a A_F}} \quad (1.2)$$

In einem für den Kunstflug interessanten Geschwindigkeitsbereich von 150 km/h bis 240 km/h und auftretenden Abfangbelastungen von 4 bis $6 g$ muss die Tragfläche

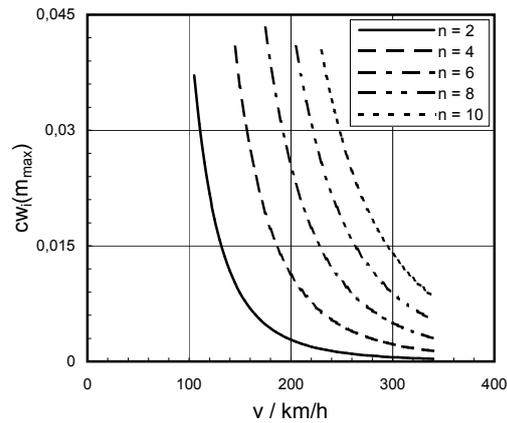


Abbildung 1.10: $c_{w,i}$ für m_{max}

Auftriebsbeiwerte von $0,5$ bis über $1,25$ liefern, siehe Abb. 1.9. Ein Profil, das hier schon bei einem Auftriebsbeiwert von $0,7$ aus der Laminardelle fällt, zeigt einen deutlichen Anstieg des Profilwiderstandes, wenn dieser Wert überschritten wird.

Für den oben betrachteten Geschwindigkeitsbereich werden Werte für Re ab $1,2 \cdot 10^6$ am Außenflügel und über $3 \cdot 10^6$ am Innenflügel erreicht.

Induzierter Widerstand

Bis in den hohen Geschwindigkeitsbereich treten bei Kunstflugzeugen Auftriebsbeiwerte bis $c_{a,max}$ auf. Im Grenzbereich eines Profils zum maximalen Auftriebsbeiwert $c_{a,max}$ zeigt sich der Einfluss des induzierten Widerstandes deutlich. Nach dem *Idaflieg Konstruktionskript* [2] lässt er sich aus dem Auftriebsbeiwert c_a und der Streckung Λ abschätzen mit

$$c_{w,i} = k \frac{c_a^2}{\pi \Lambda} \quad (1.3)$$

Aus Gleichung (1.1) und Gleichung (1.3) ergibt sich der Zusammenhang, der in Abb. 1.10 gezeigt ist.

$$c_{w,i} = \frac{k}{\pi \Lambda} \left[\frac{2 m g}{\rho A_F} \right]^2 \left[\frac{n}{v^2} \right]^2 \quad (1.4)$$

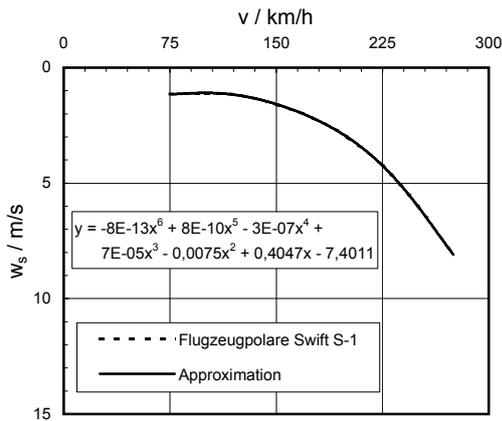


Abbildung 1.11: Flugzeugpolare des *Swift S-1*

Flugzeugpolare und Widerstandsanteile

Die vermessene Polare des *Swift S-1* für ein Abfluggewicht von 380 kg ist in Abb. 1.11 wiedergegeben [4]. Wird aus dieser Polare der Profilwiderstand $c_{w,p}$ und der induzierte Widerstand $c_{w,i}$ herausgerechnet, so verbleibt der Restwiderstand $c_{w,Rest}$. Aus der Profilpolaren lässt sich $c_{w,p}$ grob abschätzen. Der Restwiderstand kann über die Differenz der bekannten Anteile berechnet werden

$$c_{w,Rest} = c_w - c_{w,i} - c_{w,p}. \quad (1.5)$$

Die Aufteilung von c_w für $n = 5$ ist in Abb. 1.12 dargestellt. Dabei wird von einem $c_{a,max} = 1,4$ ausgegangen. Diese Belastungen für $n = 5$ werden erst ab $v = 155 \text{ km/h}$ erreicht, da vorher F_a des Tragflügels nicht ausreicht.

Auffällig ist der große Anteil des $c_{w,i}$ bei $n = 5$. Gerade bei hohen Geschwindigkeiten ist es günstig, wenn die Widerstandsbeiwerte klein bleiben, denn die Widerstandskräfte nehmen quadratisch mit v zu.

Soll der induzierte Widerstand verringert werden, ist nach Gleichung 1.3

$$c_{w,i} = k \frac{c_a^2}{\pi \Lambda_F}$$

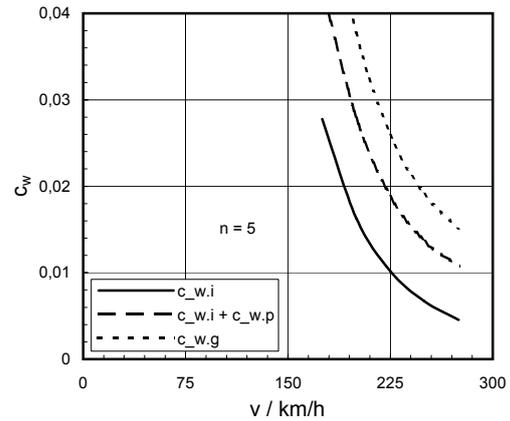


Abbildung 1.12: Aufteilung von c_w für $n = 5$

die Streckung zu erhöhen. Denn c_a ist über n und v aus dem Kräftegleichgewicht vorgegeben. Mit der Streckung

$$\Lambda_F = \frac{b_F^2}{A_F}$$

wäre die Spannweite b_F zu erhöhen oder die Flügelfläche A_F zu verkleinern. Da aus Gründen der Wendigkeit b_F beibehalten wird, bleibt nur A_F zu reduzieren. Bei gleichbleibender Flächenbelastung

$$\frac{m}{A_F} = \text{konst.} \quad (1.6)$$

ist m proportional zu A_F . Es bleibt also nur die Masse m zu verringern.

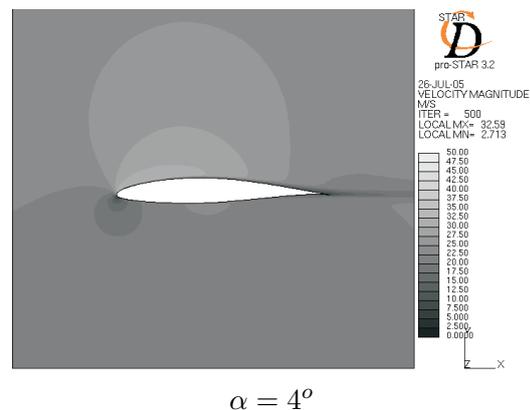
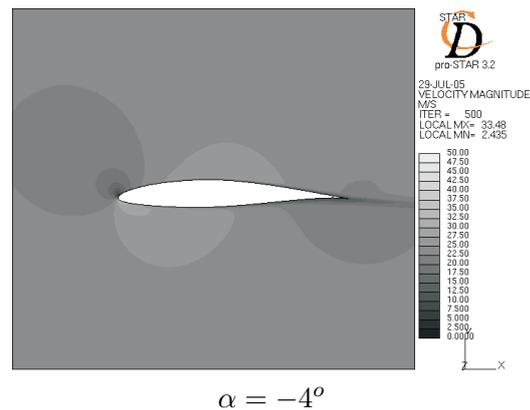
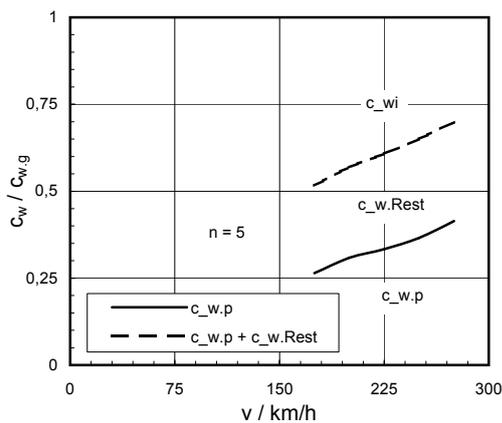
Druck- und Geschwindigkeitsverteilung über das Profil

Die Strömungsberechnungen mit dem Softwarepaket STAR-CD zeigen die Umströmung bei unterschiedlichen Anstellwinkeln in Abb. 1.13.

Ausblick

Mit dem Ziel die Rollwendigkeit zu steigern und den Auftrieb im Rückenflug zu erhöhen war die Richtung zu einem neuen Profil und einer neuen Tragflächengeometrie vorgegeben.

1.5. TRAGFLÄCHENENTWURF FÜR EINE WEITERENTWICKLUNG DES SWIFT S-119



Mangelnde Unterlagen für die Auslegung und den Entwurf von Segelkunstflugzeugen ließen die Arbeit vorübergehend ins Stocken geraten. Es fiel der Entschluss diese Lücke zu schließen und selbst die Informationen zusammenzutragen. Denn ohne eine fundierte Grundlage ist es nicht möglich den *Swift S-1* deutlich zu verbessern. Zumal es sich bei dem zur Zeit erfolgreichsten Segelkunstflugzeug um eine erprobte Geometrie handelt, die vom Vorgänger, dem *Kobuz 3*, unverändert übernommen wurde.

In der Arbeit werden die wichtigsten Segelkunstflugzeuge beschrieben und die Anforderungen zusammengestellt, um die gesteckten Ziele zu erreichen.

Wird dieses Projekt von der Akaflieg Karlsruhe oder einer anderen Gruppe aufgegriffen, können mit Hilfe dieser Arbeit die weiteren Themen bearbeitet werden:

- Profilentwurf und Vermessung im Windkanal,
- Abschätzung der Massen,
- Festlegen der Flügelgeometrie,
- Berechnen der Lastannahmen sowie
- Dimensionieren der Struktur.

Literaturverzeichnis

[1] 1 x 1 des Segelkunstfluges. (2001). SAGA - Swiss Aerobatic Gliding Association

Abbildung 1.13: Geschwindigkeitsverteilung über das Profil für $Re = 1,5 \cdot 10^6$

[2] Autorenkollektiv: Skript zum Konstruktionsseminar 2000. Interessengemeinschaft Deutscher Akademischer Fliegergruppen e. V., 2000

[3] Echter, M.: (2005). Persönliche Kommunikation

[4] Marganski, E.: *Flughandbuch für das Segelflugzeug Swift S-1*. 2003 (Ausgabe III)

Tobias Hertrampf

1.6 Baro/INS Flughöhenmesser

Seminararbeit von Lars Reichardt

Abstract

Im Rahmen dieser Seminararbeit wurde ein barometrischer Höhenmesser, wie er für die Höhenregelung eines Helikopters eingesetzt wird, experimentell und algorithmisch untersucht, sowie die für eine präzise Höhenbestimmung notwendige Kombination aus einem barometrischen Höhenmessers und einer IMS/MEMS Einheit.

Einleitung

Für die Navigation eines Fluggerätes ist die Höhenbestimmung essenziell. Im Allgemeinen bieten GPS-Höhendaten gute Voraussetzungen für die Integration in ein Navigationssystem. Da aber der GPS-Empfang nicht garantiert werden kann und das hier betrachtete micro areal vehicle (MAV), ein unbemannter Helikopter mit vier separat steuerbaren Rotoren, seine Aufgaben auch innerhalb von Gebäuden ausführen muss, kann nicht auf GPS-Höhendaten vertraut werden. Alternativen, wie z.B. die Höhenbestimmung über Ultraschall oder Lasermessungen, haben den Nachteil, dass sie nur geringe Höhen messen können. Es liegt daher nahe, die seit Anbeginn der Luftfahrt verwendeten barometrischen Höhenmesser zu nutzen.

Barometrische Höhenmessungen sind fehlerbehaftet. Neben dem Einfluss des Wetters (Temperatur- und Druckschwankungen), sowie Beeinflussung durch Luftverwirbelungen, treten auch Störungen wie z.B. Nullpunktsfehler und zeitkorreliertes Rauschen auf. Für eine optimale Nutzung der Sensorinformationen müssen diese Parameter möglichst genau bestimmt und ausgewertet werden.

Der erste Teil dieser Seminararbeit bestand darin zu untersuchen, ob zusätzliche Wetterinformationen von einem Temperatursensor

und einem Luftfeuchtigkeitssensor den vorliegenden Algorithmus und damit die Höhenbestimmung des barometrischen Höhenmessers verbessern.

Eine Verbesserung tritt nur bedingt ein, da man zur barometrischen Höhenbestimmung zwei Druckwerte benötigt: Den Luftdruckwert vor Ort und den an diesem Ort auf Meeresebene. Da der letzte Wert nicht messbar ist, nimmt man den nach ISA¹ festgelegten Luftdruckwert von 1013,25 hPa² an.

Die so bestimmte Höhe hängt in ihrer Genauigkeit daher stark von der Abweichung des realen Luftdruckwertes auf Meereshöhe zum geschätzten Wert ab. Um qualitativ einen barometrischen Höhenmesser zu benutzen, ist eine zusätzliche Kalibrierung nötig, sei es durch GPS oder durch zusätzliches Wissen, wie z.B. Höhe des Standortes oder Daten einer nahegelegenen Wetterstation.

Im Anschluss soll im zweiten Teil der Seminararbeit ein Kalman-Filter untersucht werden, welcher aus der Kombination des barometrischen Höhenmessers und einer INS/MEMS Einheit eine präzise Höhenbestimmung ermöglicht. Durch die Kombination der trägen, langzeitgenauen (bei Vernachlässigung des Wettereinflusses) barometrischen Höhenmessungen und der dynamischen, kurzzeitgenauen INS/MEMS Beschleunigungssensoren soll so eine dynamische, langzeitgenaue Höhenbestimmung erzielt werden.

Allgemeine Wetter- und Höhenformeln

Um mittels einer Druckmessung auf die Höhe schließen zu können muss man sich vor Augen führen, dass der Druck von Größen, wie der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit, abhängt.

Dieses Kapitel dient dem allgemeinen Verständnis und soll einen Einblick in die Grundlagen der Meteorologie liefern.

¹International Standard Atmosphere

²Standarddruckwert auf Meereshöhe

Relative Luftfeuchtigkeit [%]

Die relative Luftfeuchtigkeit RH^3 ist das prozentuale Verhältnis zwischen dem momentanen Wasserdampfanteil in der Luft zu dem Anteil, welchen die Luft maximal aufnehmen könnte.

Diese Größe ist interessant, da feuchte Luft eine geringere Masse hat als trockene. Dies liegt daran, dass das Molekulargewicht von Wasserdampf geringer ist, als das von trockener Luft was bedeutet, dass feuchte Luft einen geringeren Luftdruck erzeugt, als trockene.

Luftdruck [hPa]

Der Luftdruck bezeichnet die Gewichtskraft der Luftsäule, die auf der Erdoberfläche oder einem auf ihr befindlichen Körper steht. Er setzt sich additiv aus dem Anteil trockener und feuchter Luft zusammen.

Sättigungsdampfdruck [hPa]

Der Sättigungsdampfdruck ist der bei der gegebenen Temperatur maximal mögliche Dampfdruck (Druckanteil der feuchten Luft), der bei Sättigung herrschen würde. Sättigung tritt ein, wenn die relative Luftfeuchtigkeit 100% beträgt. Er ist abhängig von der Temperatur (warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte, der Sättigungsdampfdruck ist darum für warme Luft höher).

$$S_{DD} = 6.1078 \cdot 10^{\frac{a \cdot T_C}{b+T_C}} \quad (1.7)$$

T_C /Temperatur in Grad Celsius
 T_K /Temperatur in Grad Celsius
 $T_C \geq 0$
 $a = 7.5$
 $b = 237.3$
 $T_C < 0$
 $a = 7.6$
 $b = 240.7$

³ engl. Relative Humidity

Dampfdruck [hPa]

Der Dampfdruck ist die Komponente des Luftdrucks, die von der feuchten Luft stammt. Sie ist abhängig von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit.

$$P_{\text{feuchte Luft}} = \frac{\tilde{RH}}{100} \cdot S_{DD} \quad (1.8)$$

Taupunkt [in Grad Celsius]

Es handelt sich dabei um diejenige Temperatur der feuchten Luft, bei der diese wasserdampfgesättigt wäre, sowie bei einer zunehmenden Temperatursenkung kondensieren würde. In diesem Zustand würde die relative Luftfeuchte 100 Prozent betragen und es herrschte der Sättigungsdampfdruck.

$$v = \log\left(\frac{P_{\text{feuchte Luft}}}{6.1078}\right) \quad (1.9)$$

$$TP = \frac{b \cdot v}{a - v} \quad (1.10)$$

$T_C \geq 0$
 $a = 7.5$
 $b = 237.3$
 $T_C < 0$
 $a = 7.6$
 $b = 240.7$

Virtuelle Temperatur [in Grad Celsius]

Die für die virtuelle Temperatur vorausgesetzte Bedingung ist die gleiche Dichte der realen feuchten Luft und der fiktiven trockenen Luft ohne jeglichen Wasserdampf. Die trockene Luft, kann hierbei nur die gleiche Dichte wie die leichtere feuchte Luft besitzen, wenn man diese erwärmt bzw. entlang des Temperaturgradienten absenkt, was einer Höhenminderung gleichkommt. Stellt man sich also im Geiste ein feuchtes Luftpaket vor und senkt dies langsam ab, so gibt es eine Höhe bzw. eine Temperatur, bei der die Dichte der feuchten Luft gleich der Dichte

der trockenen Luft wäre. Diese Höhe bzw. über den Temperaturgradienten umgerechnet diese Temperatur bezeichnet man als virtuelle Temperatur. Daraus folgt auch, dass sich feuchte Luft genauso verhält wie trockene Luft der virtuellen Temperatur

$$T_{\text{virtuell}} = T_K \cdot \left(1 + \frac{0.378 \cdot P_{\text{feuchte Luft}}}{\tilde{P}}\right) \quad (1.11)$$

Luftdichte [kg/m^3]

Die Luftdichte setzt sich aus der trockenen und der feuchten Luftdichte zusammen. Anzumerken wäre hier, dass wenn der Anteil der feuchten Luft zunimmt, die Luftdichte sinkt. Der Grund hierfür liegt in der geringeren Molekülmasse von Wasser gegenüber den anderen Luftbestandteilen.

Weg 1: Berechnung der Luftdichte über den Anteil der trockenen und feuchten Luft.

$$P_{\text{trockene Luft}} = \tilde{P} - P_{\text{feuchte Luft}} \quad (1.12)$$

$$\rho = \frac{P_{\text{trockene Luft}}}{R_{\text{trockene Luft}} \cdot T_K} + \frac{P_{\text{feuchte Luft}}}{R_{\text{feuchte Luft}} \cdot T_K} \quad (1.13)$$

Weg 2: Berechnung der Dichte mittels virtueller Temperatur

$$\rho = \frac{\tilde{P}}{R_{\text{trockene Luft}}} \cdot \frac{1}{T_{\text{virtuell}}} \cdot 100 \quad (1.14)$$

$$\begin{aligned} R_{\text{trockene Luft}} &= 287.05 \text{ m}^2/\text{K s}^2 \\ \text{Gaskonstante trockene Luft} \\ R_{\text{feuchte Luft}} &= 467.495 \text{ m}^2/\text{K s}^2 \\ \text{Gaskonstante feuchter Luft} \\ \tilde{P}_{\text{gemessener Luftdruck}} \end{aligned}$$

Die Luftdichte geht linear in die Effektivität von Rotoren ein. Sie ist daher eine interessante Größe. Wenn sie bekannt ist, können Aussagen über den Wirkungsgrad der Rotoren getroffen werden.

Höhe [m]

Die Höhe wird mittels der barometrischen Höhenformel⁴ bestimmt.

$$H = \frac{\ln\left(\frac{P_{NN}}{\tilde{P}}\right) \cdot R_{\text{trockene Luft}} \cdot (T + CH \cdot P_{\text{feuchte Luft}})}{g_0 - \frac{a}{2} \cdot R_{\text{trockene Luft}} \cdot \ln\left(\frac{P_{NN}}{\tilde{P}}\right)} \quad (1.15)$$

$$P_{NN} = 1013.25 \text{ hPa}$$

Luftdruck bei NormalNull

$CH = 0.12 \text{ K/hPa}$ Beiwert zu $P_{\text{feuchte Luft}}$ zur Berücksichtigung der mittleren Dampfdruckänderung mit der Höhe

$$g_0 = 9.80665 \text{ m/s}^2$$

Normalfallbeschleunigung

$$R_{\text{trockene Luft}} = 287.05 \text{ m}^2/\text{K s}^2$$

Gaskonstante trockene Luft

$$a = 0.00065 \text{ K/m}$$

vertikaler Temperaturgradient

Um ein genaues Ergebnis zu erzielen, muss in Formel (1.15) statt P_{NN} der wirkliche Luftdruck an diesem Ort auf Meereshöhe eingesetzt werden. Kalibrieren kann man den Höhenmesser, indem obige Formel nach P_{NN} umgestellt und so der gemessene Luftdruck bei bekannter Startorthöhe auf Meeressniveau reduziert wird.

Geometrische Höhe[m]

Mit der barometrischen Höhenformel wird die geopotentielle Höhe bestimmt. Mit der Höhe ändert sich die Normalfallbeschleunigung (relevant ab einer Höhe von etwa 750 m), um dies zu korrigieren wird die geopotentielle Höhe in die geometrische umgerechnet

$$H_{\text{geometrisch}} = \frac{R_{\text{Erde}} \cdot H}{R_{\text{Erde}} - H} \quad (1.16)$$

⁴Formelempfehlung des Deutschen Wetterdienstes

$$R_{\text{Erde}} = 6356 \text{ km}$$

Erdradius

Barometrische Höhenmesser und deren Problematik

Barometrische Höhenmessungen in der Luftfahrt

Der barometrische Höhenmesser dient der Anzeige der Höhe über einer Luftdruckbezugsebene. Er misst also nichts anderes als den Druckunterschied und bestimmt aus diesem gemäß der barometrischen Höhenformel (1.15), die Höhe. Um weltweit vergleichbare Werte zu erhalten, wird in der Luftfahrt für den Luftdruck immer eine Temperatur von 15 Grad Celsius und die jeweilige Ortshöhe über Normal-Null zugrunde gelegt, unabhängig davon, wie warm oder kalt es tatsächlich ist. Dies macht in der Hinsicht Sinn, als dass wenn zwei Flugzeuge an verschiedenen Flugplätzen starten und sich unterwegs treffen, beide die Höhe zur selben Bezugsebene messen.

Aufbau und Funktionsweise eines Baro-Höhenmessers

Der dem Gehäuse zugeführte statische Druck wird mit zunehmender Höhe geringer, die luftdichte Aneroiddose dehnt sich dabei aus und überträgt die Bewegung an ein Zeigersystem (siehe Abb.1.15). Das Zeigersystem wird i.A. mit einem Getriebe auf mehrere Zeiger oder ein Zeiger mit zusätzlicher Ziffernzeige in der Skala erweitert, damit große Höhenbereiche mit hinreichender Genauigkeit abgedeckt werden können. Die Nullstellung des Zeigers kann mit einem Stellknopf reguliert werden. Dies ist notwendig, da die Bezugsebene (Luftdruck) stetig wechselt. Zum einen ist dies wetterbedingt, zum anderen herrschen an unterschiedlichen Landeplätzen

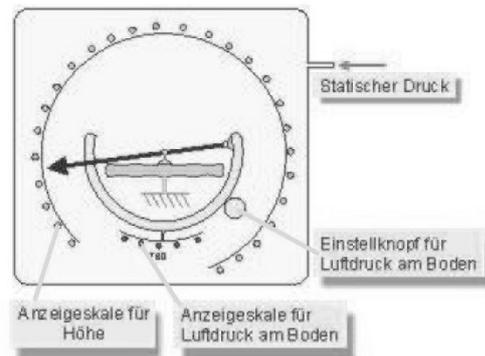


Abbildung 1.14: Aufbau eines Höhenmessers (Quelle: www.rwth-aachen.de)

unterschiedliche Luftdrücke, da sie i.A. eine unterschiedliche Höhe über dem Meeresspiegel haben.

Problematik bei der barometrischen Höhenmessung

Da man für die barometrische Höhenformel mangels zusätzlicher Informationen meist eine Unbekannte zuviel hat und so von einer gemittelten Bezugsdruckebene auf Meeresspiegel ausgeht (den 1013.25 hPa), zeigt der Höhenmesser verfälschte Werte an. Der Fehler hängt von der Differenz zum wahren Luftdruck auf Meereshöhe ab. Dort kann mit dem Wettergeschehen der Luftdruck zwischen etwa 930 und 1060 hPa schwanken. (Der historische globale niedrigste Wert des Luftdrucks auf Meereshöhe beträgt 869.9 hPa und wurde am 12. Oktober 1979 im Nordwest-Pazifik gemessen (Taifun Tip).)

Zudem wirken die Rotation der Erde und der Mondeinfluss auf den örtlichen Luftdruck.

Der Luftdruck schwankt semicircadian (bei uns und in höheren Breiten hauptsächlich mit 12 h Periodizität). Die Amplituden sind Breitengradabhängig. Sie hängen vom Quadrat des Cosinus des Breitengrades ab. Desweiteren besteht eine Abhängigkeit von der Jahreszeit und auch von der Höhe über dem Meeresspiegel. Die Phasenlage ist län-

gengradabhängig. In Äquatornähe liegen die Amplituden der Werten bei bis zu 5 hPa. In den mittleren Breiten liegen die Schwankungen bei etwa 0,5 bis 1 hPa. Die Maxima finden sich gegen 10 und 22 Uhr, die Minima gegen 4 und 16 Uhr (Sommerzeit beachten).

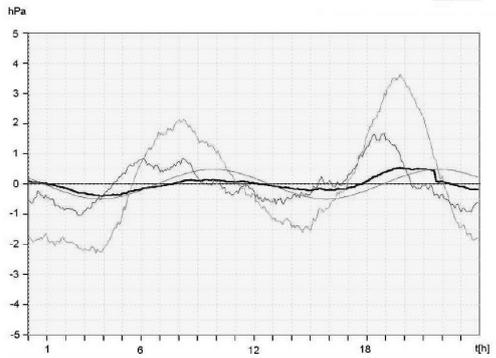


Abbildung 1.15: Luftdruckschwankungen durch die Eigenschwingungen der Atmosphäre. (Quelle: www.bohlken.net)

In Abbildung 1.15 wurde die Phasenlage über eine lineare Regressionsanalyse (least square error Verfahren / Methode der minimalen Fehlerquadrate) errechnet und die ideale best-fit Sinuskurve rot eingeblendet. Die dunkle und die helle Kurve sind gemessene Werte von zwei Tagen. Sie zeigen die regelmäßigen Änderungen sehr deutlich.

Implementierung und Validierung des Algorithmus

Die genannten Formeln wurden in Matlab implementiert. Im Unterschied zum schon vorhandenen Algorithmus wurde eine genauere Höhenformel benutzt und die Daten des Temperatursensors und des Luftfeuchtigkeitssensors berücksichtigt.

Zur Validierung des Algorithmus wurden reale Daten verschiedener Wetterstationen⁵ innerhalb der letzten vier Wochen entnommen und mit diesen sowohl die bisherige, als auch die verbesserte Realisierung getestet.

Man sieht deutlich, dass die barometrische Höhenmessung alleine z.T. noch deutlich

⁵bezogen von www.Meteo24.de

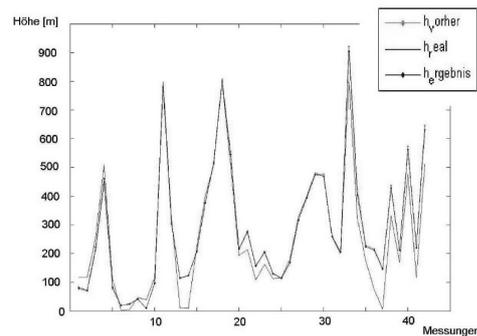


Abbildung 1.16: Höhenverläufe in der Matlab-Simulation: real, vorher, Ergebnis

vom realen Höhenprofil abweicht. Um zu untersuchen, ob und wieviel die zusätzlichen Daten zu einer Verbesserung beitragen, wurden die Testdaten tabellarisch aufgelistet und die mittlere Abweichung bestimmt. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass sich die mittlere Differenz um ca. 3.5 m verbessert.

Baro/INS-Integration

In einem integrierten GPS/INS-System werden zwei auf unterschiedlichen Messprinzipien beruhende Systeme miteinander kombiniert. Während GPS auf Streckenmessungen durch Laufzeitmessung von Signalen von Satelliten basiert, werden von einem INS relativ zu einem Inertialsystem gemessene Drehraten und Linearbeschleunigungen geliefert. Ausgehend von einer bekannten Anfangsinitialisierung (Position, Geschwindigkeit, Neigung zum Startzeitpunkt), können aus den Messungen durch einen Integrationsprozess die aktuelle Position, Geschwindigkeit und Neigung bestimmt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Messverfahren verfügen GPS und INS auch über unterschiedliche Fehlercharakteristika. GPS-Messungen liefern im wesentlichen Positions- und Geschwindigkeitsinformationen, die über eine hohe Langzeitstabilität verfügen, über kurze Zeiträume aber ein hohes Messrauschen aufweisen. INS-Systeme liefern Positions-, Geschwindigkeits- und

Neigungsinformationen mit einer hohen kurzzeitigen Genauigkeit und einer hohen Datenrate. Die Systemgenauigkeit bleibt aber nicht konstant, sondern verschlechtert sich durch die fortlaufende Integration der Messungen in Abhängigkeit von der Qualität der verwendeten Sensorkomponenten.

Die mathematische Implementierung der GPS/INS-Messungen geschieht mittels eines Kalman-Filters. Der Kalman-Filter erlaubt die optimale Schätzung der in einem Zustandsvektor gruppierten Systemfehler. Der Zustandsvektor beinhaltet die Navigationsfehler (Fehler in der Positions-, Geschwindigkeits-, Neigungsbestimmung) und Fehler der Sensorik der Messsysteme (z.B. Offset/Drift der INS-Drehratensensoren, Beschleunigungsmesser und des Baro-Höhenmessers). Die Kalman-Filterung erlaubt eine Echtzeitauswertung der anfallenden Messdaten.

Die gewünschten Ausgangsgrößen sollen mit der höchsten Genauigkeit bestimmt werden, daher ist eine optimale Kombination der Eingangsgrößen in einen Filter notwendig. Das hier betrachtete micro aerial vehicles (MAV) besitzt einen GPS-Empfänger, drei MEMS ⁶Drehratensensoren, drei MEMS Beschleunigungssensoren, einen MEMS Magnetfeldmesser und einen barometrischen Höhenmesser. Bei der Datenintegration in den Kalman-Filter wurde ein zentraler Integrationsansatz ausgewählt.

Beim zentralen Ansatz wird ein gemeinsamer Zustandsvektor verwendet, um das Fehlerverhalten aller Systeme zu modellieren. Die unmittelbar anfallenden GPS-Messungen und nicht erst die abgeleiteten Größen (Position, Geschwindigkeit) gehen zur Korrektur der Systemfehler in das Filter ein. Hinsichtlich der Prozessierungszeit ist dieser Ansatz empfehlenswert. Je nach Verfügbarkeit von GPS wird einer von zwei Modi ausgewählt. Wenn GPS-Empfang vorliegt, wird der General Modus ausgewählt. Dieser nutzt alle oben genannten Sensoren und ermöglicht eine

uneingeschränkte Navigation des MAV. Fällt der GPS-Empfang aus, wird in den Fallback Modus gewechselt. In diesen gehen nur die INS-Daten ein und eine Navigation ist nicht mehr möglich, da schon nach kurzer Zeit durch die fortlaufende Integration der Messungen die Systemgenauigkeit sehr groß wird.

Eine Höhenregelung muss immer aktiv und unabhängig vom GPS sein, da ansonsten der Nichtempfang von Satelliten einen Verlust des MAV bedeuten könnte. Daher wird die Höhenavigation von einer Baro/INS Kombination übernommen. Für die Höhenregelung läuft permanent ein zweiter, unabhängiger Kalman-Filter. Dieser hat nur zwei Eingangsgrößen, die Höhe vom barometrischen Höhenmesser und die Beschleunigung in down-Richtung (parallel der Erdanziehung). Die GPS-Höhe und die barometrische Höhe haben einen ähnlichen Fehler, beide Daten sind Langzeitgenau, haben aber Biasfehler. Sie werden bewusst nicht gekoppelt (zwar wird im General Mod der Offsetfehler des Baro bestimmt, dieser geht jedoch nicht in die Höhenregelung ein). Es wird so verhindert, dass sobald der GPS-Empfang vorliegt und ein Offsetfehler vom Baro bestimmt werden kann, dieser dann in die Höhenregelung eingreift und sprungweise auf eine neue Höhe korrigiert.

Hardwarerealisierung und Verifizierung

Harwarerealisierung

Als Temperatur und Feuchtigkeitssensor wurde ein SHT 15 von Sensirion verbaut. Er hat eine Genauigkeit von $\pm 1.5\%$ bei der relativen Feuchte und von $\pm 0.3K$ bei der Temperatur ⁷.

Der Luftdrucksensor MPX4115A stammt von Motorola und hat eine Genauigkeit von $\pm 1.5kPa$.

⁷bei 25 Grad Celsius

⁶Micro-Electro-Mechanical System

Statische Verifizierung

Um Aussagen über die Langzeitgenauigkeit des barometrischen Höhenmessers zu bekommen, wurde ein Langzeittest von 14 Stunden durchgeführt. Dazu wurde die Baroeinheit auf dem Dach des MTI plaziert und über 2.6 Millionen Messwerte aufgezeichnet.

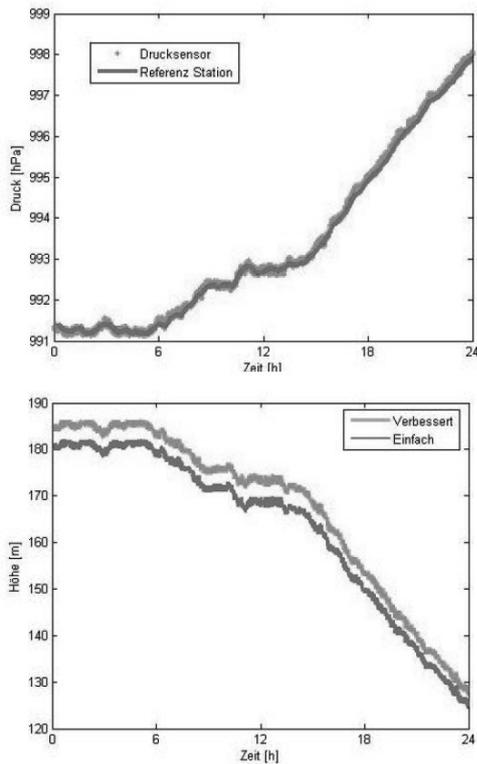


Abbildung 1.17: Luftdruckschwankungen durch eine Wetteränderung.

Die Grafik zeigt, dass sich die Luftdruckwerte und damit die Höhe nur langsam ändern. Sie zeigt aber auch deutlich die Problematik, bereits beschrieben wurde. Durch eine Wetteränderung wird der Luftdruck beeinflusst und variiert. Da eine feste Bezugsebene im Höhenmesser eingestellt wurde, variiert die Höhe antiproportional zur Luftdruckänderung.

dynamische Verifizierung

Um das Navigationssystem dynamisch testen zu können, wurde ein Flug mit einem Segelflugzeug (Typ ASK 21) der Akademischen Fliegergruppe an der Universität

Karlsruhe e.V. gemacht. Die Realisierung wurde auf dem Instrumentenpiz des hinteren Sitzes (Abb. 1.17) befestigt und der in Abb.1.18 gezeigte Flug durchgeführt.

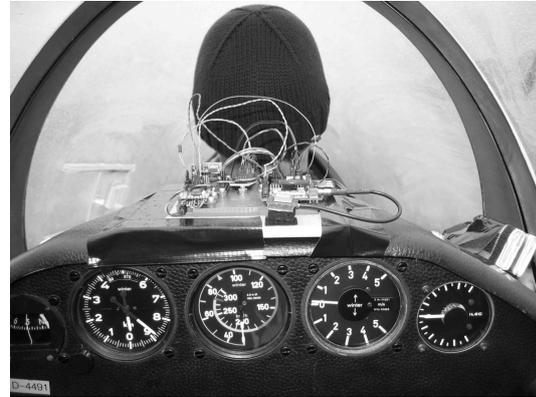


Abbildung 1.18: Einbau der Testapparatur in das Flugzeug.

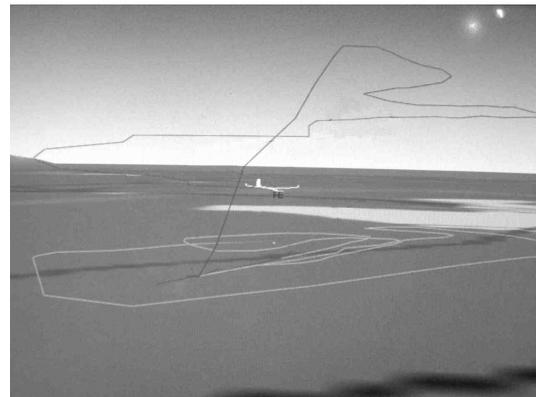


Abbildung 1.19: Flugweg, aufgezeichnet mit einem Volkslogger.

Leider hat die Testapparatur nur Daten nach Beendigung des Starvorgangs aufgezeichnet. Die Messungen sind in Abb.1.19 zu sehen. Die obere Kurve zeigt den Höhenverlauf nach den GPS-Daten, die untere Kurve zeigt die einzelnen Höhenmessungen des Baro und die Kalmanfilterung der Baro/INS Einheit. Man kann durch den konstanten Offset erkennen, dass beide, die GPS- und die Baro/INS-Daten, dasselbe Höhenprofil darstellen. Die ersten 230 Sekunden zeigen den Flug, danach erfolgt der Landeanflug (das starke Sinken ist durch Betätigen der Landeklappen zu erklären). Bei $t=250$ Sekunden erfolgt das Abfangen und Aufsetzen, gefolgt

vom Ausrollen und Parken.

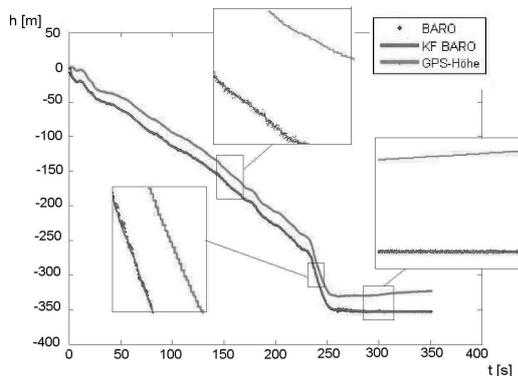


Abbildung 1.20: Flugweg aufgezeichnet mit einem Volkslogger.

Schlussbemerkung

Es hat sich gezeigt, dass durch die zusätzliche Implementierung eines Luftfeuchtigkeitsmessers und eines Temperatursensors nur eine geringe Verbesserung in der barometrischen Höhenbestimmung eintritt. Da dieses aber auch heißt, dass der Baro insgesamt etwas wetterunabhängiger geworden ist und er in den Versuchen gute Ergebnisse erzielte, würde eventuell eine Baro/INS Navigation, die über die Höhenbestimmung hinausgeht, gut funktionieren.

Literatur

Jan Wendel, Oliver Meister, Christian Schlaile, Gert F. Trommer, Institute of Systems Optimization University of Karlsruhe, "VTOL-MAV Navigation: Integration of MEMS Inertial Sensors and GPS"

Michael Cramer, Institut für Photogrammetrie Universität Stuttgart, "Sensorintegration GPS und INS"

List, R.J. Smithsonian Institute Washington, D.C'. "Smithsonian Meteorological Tables"

Fred Weinholtz, Dieter Franzen, Peter Prybylski, "Der Segelflugzeugführer Band 7"

Lars Reichardt

1.7 Cockpit Designstudie: Flugraum

Konzeptstudie für das Cockpit eines Segelflugzeugs

Diplomarbeit von Birgit Riester

Zu Beginn des Jahres 2005 trat Birgit Riester auf die Akaflieg Karlsruhe zu, mit der Bitte ihr für ihre Diplomarbeit einen Flugzeugrumpf zu überlassen. Es fand sich ein geeigneter Rumpf in der Werkstatt, so dass wir schon wenige Wochen später das Ergebnis betrachten konnten. Folgend die offizielle Kurzbeschreibung des Projektes.

Segelflugzeugpiloten verbringen viele Stunden in der Luft und können pro Flug mehrere hundert Kilometer zurücklegen. Dabei sind sie in einer halbliegenden Sitzposition, welche kaum Bewegungsspielraum ermöglicht. Dies kann auf Dauer zu Ermüdungserscheinungen, Unbehagen, gesundheitlichen Schäden und somit auch zu einer eingeschränkten Wahrnehmung führen.

Ein Sitz in dem Sinne existiert bisher nicht. Es gibt lediglich eine Ausformung der Sitzkontur aus dem Rumpf heraus. Als Polsterung dient der Fallschirm, den bisher jeder Pilot tragen muss.

Die Einbeziehung eines Gesamtrittungssystems, welches 2004 für Segelflugzeuge zugelassen wurde, öffnet neue Gestaltungsmöglichkeiten für den Flugzeugsitz.

Das Konzept FLUGRAUM beruht auf der Idee, einen Segelflugzeugsitz zu entwickeln, der an verschieden große Menschen individuell angepasst werden kann.

Durch minimale Eingriffe kann die Zwangshaltung, in der sich ein Pilot während mehrerer Stunden befindet, erleichtert werden. Dies geschieht, indem die komplette Sitzlandschaft in einzelne Querstreifen eingeteilt wird. So kann auf die jeweilige Wirbelsäulenkontur genau eingegangen werden.

Besondere Bedeutung kommt dem Lendenbereich zu, der ein eingearbeitetes



Abbildung 1.21: Cockpitstudie Flugraum

Luftkissen hat, welches der Pilot während des Fluges durch Aufpumpen bzw. Ablassen von Luft verändern kann. Dasselbe geschieht mit der Kopfstütze. Weitere Pads befinden sich im Schulterbereich, im Beckenbereich und in der Beinauflage. Diese sind den Anforderungen entsprechend unterschiedlich ausgeformt.

Die einzelnen Pads der Lehne sind höhenverstellbar. Somit kann sich der Sitz an Menschen unterschiedlichster Größe anpassen.

Durch die Farb- und Materialwahl sowie die Anordnung der Bedienelemente strahlt das Cockpit Ruhe und gleichzeitig Sportlichkeit aus und passt sich der Eleganz der Außenform des Flugzeuges an. Gleichzeitig vermittelt es dem Piloten ein sicheres und angenehmes Gefühl. Die Gestaltung ist zurückhaltend; das Flugerlebnis soll voll ausgeschöpft werden.

Birgit Riester

1.8 Durlacher Winde

Im Jahresbericht 2004 wurde dargelegt, dass sich die Startwinde des LSV Pfinztal seit dessen Auflösung im Besitz der Akaflieg befindet. Die Winde wurde vom LSV im Laufe von zwei Jahrzehnten geplant und aufgebaut; leider hat sie die Betriebsreife jedoch nie erreicht.

Zunächst einige Worte zur technischen Ausführung der Winde: Sie wurde nach dem Vorbild der Tost-Winden realisiert, d.h. mit zwei getrennten Motoren zum Fahren der Winde und Schleppen von Flugzeugen. Als Grundfahrzeug diente ein Tanklastwagen Daimler-Benz LP 1313 (Baujahr 1973). Für den Windenmotor fiel die Wahl auf einen Daimler-Benz Diesel-Industriemotor OM422 mit acht Zylindern für 280 PS. Das Drehmoment des Windenmotors wird über Strömungskupplung, Scheibenbremse und Kardanwelle auf eine originale Daimler-Benz Hinterachse übertragen. An dieser Achse sind die beiden Seiltrommeln angebracht. Sie besitzt kein Differential, d.h. eine Trommel muss während eines Schleppevorgangs immer ausgekuppelt und arretiert sein. Da diese Art von Achse im Originalzustand nicht mit zwei Kupplungen gebaut wird, musste sie vom Hersteller umgebaut werden. Des weiteren soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Winde eine Spulvorrichtung besitzt und grundsätzlich für Kunststoffseile geeignet sein sollte. Die Durlacher Winde wurde im November 2004 zur Werkstatt der Akaflieg gebracht. Sie besitzt, im Gegensatz zur AFK-3, keine Straßenzulassung. Es wurde beschlossen, zunächst den Ausgangszustand der Winde wieder herzustellen. Dies beinhaltet die Sicherstellung des Fahrbetriebs und Reparatur des Windenaufbaus sowie die Demonstration der Funktionsfähigkeit der Winde durch Schleppen eines Lepos. Der zweite Schritt wäre dann die Fertigstellung der Winde.

Zunächst mussten neue Batterien besorgt werden. Die Winde benötigt drei große 12V-Batterien, davon zwei für den Anlasser des Windenmotors, der mit 24V-Spannung betrieben wird. Der Schriftwart besorgte im Juli zwei 12V / 135Ah Batterien. Der erste Schritt „Wiederherstellung des Fahrbetriebs“ war relativ schnell erledigt. Im Anlasser wurde ein defektes Relais ausgetauscht und die wichtigsten Stromleitungen wurden überprüft und gegebenenfalls erneuert. Daraufhin konnte der Fahrmotor angelassen werden. Wir beschäftigten uns außerdem ausführlich mit dem Standgas und eine neue Motor-Abdeckung wurde in der Kabine installiert. Weitere Arbeiten am Fahrgestell waren nicht notwendig.

Zur Reparatur des Windenaufbaus wurde das Druckluftsystem auf Undichtigkeiten untersucht. Unsere Vorgänger verwendeten blaue PE-Schläuche und einfache Schlauchverbindungsstücke aus Kunststoff. Diese blauen Schläuche haben den Nachteil, unter UV-Einstrahlung sehr schnell zu verspröden. Alle nicht abgedeckten Schläuche wurden durch schwarze PE-Schläuche ersetzt. Diese sind etwas resistenter gegen UV-Strahlung. Man könnte sich überlegen, ob es eine bessere Lösung gäbe. Zudem ergab sich im Laufe der Arbeiten, dass die verwendeten Verbindungsstücke nicht optimal zum verwendeten Schlauch passen. An einigen exponierten Stellen wurden diese durch hochwertigeres Material ersetzt. Das Druckluftsystem ist damit soweit dicht, dass die Kabinenlüftung wieder betätigt werden kann (das Dach der Kabine wird durch Druckzylinder geöffnet). Als nächstes nahmen wir die Druckzylinder zur Betätigung der Kupplungen und der Trommelbremsen in der oben erwähnten Daimler-Benz-Hinterachse unter die Lupe. Zwei Zylinder konnten durch Wasserablassen und Schmieren restauriert werden. Bei einem dritten Zylinder gelang dies nicht; dieser wird neu besorgt werden müssen.

Ein wesentliches Ziel bei der Arbeit am Windenaufbau war die Inbetriebnahme des Windenmotors. Dazu mussten zunächst die Batterien vom Fahrmotor abgeklemmt und an den Windenmotor angeschlossen werden. Die Winde besitzt eine ausgeklügelte, von den Durlacher Windenbauern entwickelte Elektrik. Glücklicherweise hat hier der Zahn der Zeit keinen Schaden verursacht und die Inbetriebnahme des Windenmotors war nur eine Frage des richtigen Anschließens der Batterien. Es war zunächst unklar, ob die Bremsscheibe der Winden-Betriebsbremse ausgebaut und geschliffen werden musste (wegen Rost). Die Idee wurde verworfen, da sich die Bremse bei ausgekuppelten Trommeln per Hand durchdrehen ließ. Als Fazit lässt sich festhalten, dass der Windenmotor zwar funktioniert, aber aufgrund des defekten Druckzylinders sich jedoch noch kein Schlepp durchführen ließ.

Weiterhin wurde die Seilkappvorrichtung ausgebaut und gesäubert und eine Windentelefon-Platine wurde geätzt und gelötet. Es fehlt nicht mehr viel zur Wiederherstellung des Ausgangszustandes der Winde. Diese Phase des Projekts „Durlacher Winde“ wird voraussichtlich nicht mehr allzu viel Zeit in Anspruch nehmen. Für die zweite Phase (Verbesserung der Winde) haben wir uns noch keine detaillierten Vorstellungen gemacht. Man wird schauen müssen, inwiefern die Kupplungen in der Windenachse Probleme bereiten. Gerüchteweise waren die Kupplungen für die Aufgabe des Windenprojekts durch den LSV Pfinztal verantwortlich. Die Steuerung der Betriebsbremse soll verbessert werden. Im Moment wird diese gemischt hydraulisch / pneumatisch gesteuert. Von Passanten wird gelegentlich der ein oder andere Verbesserungsvorschlag geäußert. Weitere Vorschläge sind selbstverständlich willkommen. Wir werden uns darüber zu gegebener Zeit Gedanken machen.

Stefan Kuse

1.9 Idaflieg Wintertreffen 2005

Idaflieg Wintertreffen 2005 an der TU Darmstadt

Vom 7. bis 9. Januar trafen sich die Studenten der Akademischen Fliegergruppen (Akafliegs) in diesem Jahr auf Einladung der Flugwissenschaftlichen Vereinigung Aachen (FVA) in der Fachhochschule der alten Kaiserstadt.

In diesem jährlich stattfindenden Symposium berichten die forschenden Akafliegs über ihre laufenden Entwicklungsprojekte, den Fortgang der Erprobung der Prototypen und von den Ergebnissen des vorangegangenen Idaflieg Vergleichsfliegens. Erweitert wird die Vortragsfolge durch Referenten aus Forschung und Industrie, die über interessante Themen rund um den Flugzeugbau berichten.

Eröffnet wurde das Treffen am Freitagnachmittag durch Prof. Dr.-Ing. Wolf Röger, der die Teilnehmer seitens der Fachhochschule Aachen und insbesondere des Fachbereiches Luft- und Raumfahrttechnik begrüßte.

Der erste Vortrag von Jan Himisch (Akaflieg Braunschweig) befasste sich mit dem „Vorschlag zur Erarbeitung einer Kennwertliste für die Klassische Laminat Theorie (KLT)“. Hier geht es darum, dass die Auslegung von Bauteilen aus Faserverbundstrukturen (also insbesondere auch die modernen Segelflugzeuge und Motorsegler) heute meist nicht mit der KLT, sondern der sog. Netztheorie erfolgt.

Diese Theorie ergibt nicht so genaue Ergebnisse wie die KLT, ist aber leichter und schneller in der Anwendung und benötigt weniger Informationen über die verwendeten Werkstoffe. Für diese Theorie sind ausreichende Informationen in der Idaflieg Kennwertliste vorhanden. Ihr Nachteil ist, dass damit häufig die Werkstoffe gar nicht maximal ausgenutzt werden können, was aber bei neuen Flugzeug-Entwürfen mit dünnen Profilen oder Flügeln mit hoher Streckung notwendig wäre.

Die KLT ist genauer und erlaubt damit die bessere Ausnutzung der Werkstoffe, benötigt dafür aber auch mehr Kennwerte von den verwendeten Materialien.

Der Vortrag stellte eine Möglichkeit vor, wie diese Kennwerte in standardisierten Schub-, Druck- und Zugversuchen zu ermitteln sind und wie die Ergebnisse der Versuche in einer neuen Idaflieg-Kennwertliste, b.z.w. einer Datenbank aufbereitet werden sollten, um sie innerhalb der Idaflieg für neue Flugzeugentwürfe nutzbar zu machen.

Mario Nolte berichtet über den Stand der Dinge bei der FVA. Bei dem Entensegelflugzeug FVA-27 geht es trotz diverser Probleme, die sich im wesentlichen aus den außerordentlich beengten Platzverhältnissen im Rumpf ergeben, stetig voran.

Größte Baustelle der FVA ist allerdings im Moment der Bau einer eigenen Werkstatt, da die RWTH Aachen der Gruppe keine geeigneten Räumlichkeiten für den Bau der Segelflugzeugprojekte zur Verfügung stellen kann und die aktuell angemietete Werkstatt zu klein und ungünstig im Zuschnitt ist und zudem natürlich jeden Monat Miete kostet. Ein Grundstück für die Werkstatt wurde gekauft und zum Ende des Frühjahrs 2005 konnte der offizielle, „erste Spatenstich“ erfolgen.

Für die Akaflieg Stuttgart berichtete Lukas Bucher über die Vorbereitungen für einen Langzeitversuch zur Ermittlung des Einfluss farbiger Oberflächen auf die Struktur-Temperatur. Hierzu wurde bei DG Flugzeugbau ein 18m-Außenflügel für eine LS-8 gebaut, in den an verschiedenen Stellen Temperatursensoren eingebaut wurden. Die Oberfläche des Außenflügels wurde mit unterschiedlichen Farben lackiert, b.z.w. mit Folie beklebt, wie sie zur besseren Erkennbarkeit von Segelflugzeugen verwendet werden.

Die Messdaten der Temperatursensoren zeichnet ein Datenlogger auf, der fest in den Flügel eingebaut ist und über seine eigene Stromversorgung verfügt, die eine kontinu-

ierliche Aufzeichnung über Monate erlaubt, ohne dass das Gerät an die Bordstromversorgung des Flugzeuges angeschlossen sein muss.

Das heißt die Aufzeichnung erfolgt ständig, bei Tag und Nacht, ob das Flugzeug am Boden steht, fliegt oder der Aussenflügel sich im Transportanhänger befindet.

Nach dem Ende der Saison 2005 sollen die aufgezeichneten Daten ausgewertet werden.

Die laufenden Projekte der Akaflieg München stellte Andreas Lutz vor. Beim Rennklasse-Flugzeug Mü-31, das auf der ASW-27 basiert, wurde ein weiteres Rumpfurmodell im Maßstab 1:3 gefräst, an dem verschiedenen Wölbklappenstellungen des Tragflügels und unterschiedliche Ausrundungen zwischen Rumpf und Tragflügel im Laminarwindkanal der TU Delft vermessen werden sollen.

Das besondere an der Mü-31 ist der hochgesetzte Tragflügel, der oben auf dem Rumpf aufliegt. Durch diese Anordnung soll sich ein verringerter Widerstand im Vergleich zur konventionellen Flügelanordnung ergeben.

Beim Kunst- und Schleppflugzeug Mü-30 „Schlacro“ ist das Auspuff- und Schalldämpfer-System geändert worden, wonach anschliessend auch eine neue Cowling gebaut werden musste. Da die Rollrate noch nicht zufriedenstellend ist, sind noch Änderungen an den Querrudern geplant. Ob dies durch eine Vergrößerung der Ruder oder Änderungen an den Spades oder der Mechanik passiert, war noch nicht klar. Weiterhin ist vorgesehen ein neues Seitenruder zu bauen.

Auf dem Sommertreffen 2005 soll die Trudelerprobung des Flugzeuges durchgeführt werden.

Jürgen Frey stellte für die Akaflieg Dresden den Stand des Projektes „Hinterkantenabsaugung an Laminarprofilen“ vor. Dabei soll durch die Absaugung der Grenzschicht durch einen Schlitz an der Endleiste des Profils Auftrieb und Widerstand des Tragflügels beeinflusst werden,

um z.B. später einmal eine Wölbklappe durch eine solche Absaugung ersetzen zu können. Erste Windkanaluntersuchungen fanden bereits im Jahr 2000 mit einem modifizierten Höhenleitwerk einer Do 228 statt.

Um jedoch Untersuchungen an einem Laminarprofil durchführen zu können, wird ein neues Windkanalmodell mit dem Wortmann-Profil FX 73-170 gebaut. Als Voruntersuchung wurde in einer Projektarbeit versucht die Beeinflussung der Strömung durch die Absaugung mit einem Strömungsrechenprogramm zu berechnen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen dann durch Messungen im Windkanal überprüft werden.

Falk Pätzold vom Institut für Flugführung der TU Braunschweig berichtete über die Flugleistungsmessungen auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen 2004 in Aalen-Elchingen. Aufgrund des für die Flugleistungsmessungen aussergewöhnlich schlechten Wetters während der drei Wochen im August konnten nur von zwei Flugzeugen überhaupt Polaren erflogen werden, dies waren die ASW-28/18 und der Ventus-2cx. Zusätzlich wurde die „heilige“ DG-300/17 der Flugabteilung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) einer Fahrtkalibrierung unterzogen. Die Auswertung dieser Kalibrierflüge ergab eine merkliche Änderung der Kalibrierkurve von 2002 zu 2003 und dann wieder zu 2004. Da sich diese Änderungen aus den vorhandenen Daten nicht erklären ließen, wurde die DG-300 als nicht mehr ausreichend genau kalibriert betrachtet, was dazu führt, dass es keine offiziellen Ergebnisse für das Jahr 2004 geben wird.

Erschwerend kommt hinzu, dass zwar Ventus und ASW-28 jeweils mit sechs Flügen vermessen werden konnten, dabei aber überwiegend schlechtes bzw. schwieriges Messwetter herrschte, so dass die Qualität der Messdaten auch hinter der früherer Jahre zurück blieb.

Bei früheren Messungen des Ventus-2 gab es



Abbildung 1.22: *Ein Blick in die „Heilige“*

unterschiedliche Ergebnisse darüber, in welcher Klappenstellung das beste Gleiten erreicht wird. Nach Messungen des Ventus-2a und Ventus-2ct kam einmal die Klappenstellung 0, ein anderes Mal die Klappenstellung -1 heraus. Die Messung des 2cx lag in der Tendenz zwischen beiden früheren Messungen, so dass es als sinnvoll angesehen wird den Ventus-2cx noch einmal zu vermessen. In einem Ausblick für die kommenden Leistungsmessungen berichtete der Referent von einer geplanten messtechnischen Aufrüstung des Vergleichsflugzeuges (der DG-300) und damit einhergehend einer Validierung des Vergleichsflugverfahrens in Bezug auf:

- Absolute Leistung im Geradeausflug
- relative Leistungsänderungen im Geradeausflug
- Flugleistungen in instationären Flugzuständen

Ronald Blume vom Luftfahrt-Bundesamt stellte die Ergebnisse der Flugeigenschaftsuntersuchungen (Zachern) auf dem Sommertreffen 2004 vor.

Auch für das Zachern erwies sich das Wetter als eher untauglich. Lediglich 20 Messprotokolle, von denen auch noch einige lückenhaft waren, lagen zur Auswertung vor.

In der Fortführung der im Vorjahr begonnenen Auswertung der Protokolle in einer Tabellen-Kalkulation ließ sich allerdings gut demonstrieren, welche Möglichkeiten in diesem Vergleich liegen, wenn die zur Verfügung stehende Datenbasis weiter wächst.

Andre Kubasik von der gastgebenden FVA berichtete über die Flugversuche mit den Miniklappen, die 2004 mit einer DG-1000 durchgeführt wurden.

Dazu wurde die DG-1000 auf einem Tragflü-

gel mit einem Profilhandschuh ausgerüstet, der es durch eingebaute Druckabnahmen ermöglicht, den Druck auf dem Profil bei verschiedenen Lauflängen zu messen. Die gemessenen Drücke erlauben es unter anderem den (lokalen) Auftrieb des Profils an diesem Profilschnitt zu bestimmen.

Im Vergleich zu den bereits zwei Jahre zuvor mit einer ASH-26 durchgeführten Messungen stand eine wesentlich bessere Messtechnik zur Verfügung, die die quasi simultane Erfassung der Drücke aller Messstellen ermöglichte. Damit wurde der Zeitbedarf für eine Messung deutlich verringert und zusätzlich die Qualität der Messdaten verbessert, da etwaige Änderungen der Fluggeschwindigkeit während der Messung keine so große Rolle mehr spielen können.

Die an der Endleiste des Tragflügels auf der Profilverkehrseite angebrachten Miniklappen waren zudem diesmal im Flug durch Modellbau-Servos verstellbar, so dass verschiedene Stellungen der Klappen in einem Flug gemessen werden können.

Als weitere Messtechnik befand sich hinter der Endleiste des Tragflügels ein Nachlaufrechen, der den Druck im Nachlauf des Tragflügels aufnimmt und über den Druckverlust (= Geschwindigkeitsverlust) der Strömung hinter dem Flügel im Vergleich zur ungestörten Anströmung die Bestimmung des Widerstands dieses Profilschnitts erlaubt.

Eine Swivel-Head-Sonde (horizontal und azimuthal drehbar gelagertes Prandtl-Rohr) diente zur Messung des exakten Gesamt- und statischen Drucks und ein Mast mit zwei auf Potentiometer-Achsen gelagerten Windfännchen zur Ermittlung der Anstell- und Schiebewinkel des Flugzeuges.

Die Signale aller Sensoren wurden über Analog-Digital-Wandler von einem Miniatur-Rechner abgefragt und im Cockpit digital mit einem handelsüblichen Notebook aufgezeichnet. Mit diesem Notebook konnte der Mess-Ingenieur im zweiten Sitz Messungen starten und beenden und hatte bereits im Flug eine erste Möglichkeit zu kontrollieren, ob die Messdaten „sinnvoll“ aussahen.

Aufgrund des Wetters und anfänglichen Problemen mit der Technik kam es leider auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen nur zu vier Flügen. Der erste erfolgte rein zum Test des Aufbaus, die nächsten beiden zur Kalibrierung des Statik-System mit Hilfe einer DFS-60 Schleppsonde und erst beim letzten Flug wurden wirklich die Miniklappen vermessen. Dabei stellte sich zwar heraus, dass der Nachlaufrechen vermutlich zu klein ist und den Nachlauf des Tragflügels nicht voll erfasst, trotzdem ergaben sich erste auswertbare Daten, die zudem die Funktionsfähigkeit des Aufbaus bewiesen.

Anschließend stellte Martin Herrmann von der Akaflieg Karlsruhe ein elektronisches Startklappen-System vor, das die papierne Erfassung von Start- und Landezeiten überflüssig macht.

Das System selber ist ein Open Source Projekt und auch jegliche vom System benötigte Software liegt als freier Quellcode vor. Es fallen also keine Software-Kosten an und jeder Verein/Flugplatz kann das System an seine eigenen Bedürfnisse anpassen.

Zur Datenspeicherung dient ein Linux-Server, der im Falle der Akaflieg Karlsruhe über ein Funk-LAN mit dem Erfassungs-Rechner an der Startstelle verbunden ist.

In dem Rechner zur Daten-Erfassung befinden sich keine beweglichen Teile (Festplatte etc.), so dass ihm der etwas rauhe Betrieb auf einem Segelfluggelände auch auf Dauer nichts ausmachen dürfte. Zudem werden auf dem Erfassungs-Rechner keine Daten gespeichert, sondern gleich nach Eingabe durch den Startschreiber auf den Server übertragen, wo sie in einer Datenbank abgelegt werden. Selbst bei einem Totalausfall des sich am Start befindenden Erfassungs-Rechners gehen also keine Daten verloren. Das Software-Paket für die Starterfassung kann von der Akaflieg Karlsruhe bezogen werden.

Jan Himisch stellte unter dem Titel „Technologieentwicklung und Wissenstransfer“ die Ergebnisse einer kleinen Studie vor,

die die Akaflieg Braunschweig durchgeführt hat. Auslöser dafür war eine Studie, die zum „Forschungsflughafen Braunschweig“ lief.

Die Idee war, zwei wesentliche Punkte von gesellschaftlichem Nutzen der Tätigkeit einer Akaflieg zu untersuchen. Zum einen den (innovativen) technologischen Aspekt, zum anderen den Aspekt der Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses.

Die Akaflieg schrieb dazu die Personalabteilungen verschiedener Firmen und ihre Alten Damen und Herren an, um einen Einblick in den Bekanntheitsgrad der Akaflieg/Idaflieg, die mit Akafliegern verbundenen positiven Erfahrungen in der Industrie und die Einschätzung der ehemaligen Akaflieger zur Auswirkung ihrer Arbeit in der Akaflieg auf ihren beruflichen Werdegang zu erhalten.

Ein wichtiges Ergebnis war, dass die Qualifikation der Mitglieder (z.B. Praxiserfahrung, Teamarbeit) als wichtiger eingeschätzt wurde, als der von den Akafliegern ausgehende Technologietransfer.

Lars Urban vom Deutschen Technik-Museum Berlin stellte die Idee eines „Akaflieg-Museums“ vor.

Längerfristig ist geplant, in den Räumlichkeiten des Flughafens Berlin-Tempelhof mehrere Museen unter einem Dach zusammenzufassen. Dabei kam auch die Idee auf, dort ein „Akaflieg-Museum“ mit den Entwicklungen der Akademischen Fliegergruppen einzurichten. Dabei geht es sowohl um eine Erfassung und Archivierung der vorhandenen Unterlagen der einzelnen Akaflieg, als auch um die Ausstellung von Prototypen der Akaflieg. Das Thema wurde im Anschluss ausführlich diskutiert und die Idaflieg will das Projekt weiter verfolgen.

Für die Akaflieg Darmstadt berichtete Markus Pietras über den Fortgang der Arbeiten an dem Piloten-Rettungs-System „Soteira“.

Nach Ausschuss-Versuchen bei der Wehrtechnischen-Dienststelle 61 der Bundeswehr in Manching zeigte sich im Vorjahr

eine ungenügende Ausstoßhöhe des Mörsers.

Im Ergebnis wurde das System umkonstruiert, so dass jetzt der Ausstoß der Rettungsrakete aus dem Rumpf mit Hilfe einer weiteren kleinen Rakete erfolgt. Die Brenndauer dieser Rakete ist allerdings so kurz, dass sie den Rumpf gar nicht verlassen muss.

Die Vorteile dieses Konzeptes sind:

- kein Rückstoß mehr, der in die Rumpfstruktur eingeleitet werden müßte
- Beschleunigung der Rettungsrakete auf 20m/sec
- leichter (ca. 30 % auf ungefähr 7kg)
- der verwendete Treibsatz fällt in eine einfachere Klasse

Außerdem ist der Zünder der Hauptrakete jetzt besser zugänglich, so dass auch eine selbstentschärfende Sicherung verwendet werden kann, die dazu führt, dass die Hauptrakete im Rumpf immer gesichert ist und nach einem etwaigen Fehlschuß keine Gefahr mehr besteht.

Von der Ausstoßrakete wurden Prototypen gefertigt und bereits auf dem Prüfstand erfolgreich gezündet.

Das umkonstruierte Gesamtsystem befindet sich in der Fertigung, ein geänderter Auslösemechanismus und die Gurtschloßöffnung befinden sich in Arbeit und für den Sommer 2005 sind statische und dynamische Ausstoßversuche geplant.

Sabine Macht (Akaflieg Darmstadt) berichtete über die Anstrichbilder, die auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen mit der LS-10 erfliegen wurden. Dabei sollte die Noppenband-Position verifiziert werden, mit der das Flugzeug von Rolladen-Schneider ausgestattet wurde.

Es wurden mit fünf Versuchen die Klappenstellungen +10, +5, 0 und -5 abgedeckt, wobei die Interpretation der erhaltenen Bilder nicht sehr einfach war. In allen Versuchen, bei denen eine Blase erkennbar war,

war diese schwach ausgeprägt. Sie befand sich aber stets hinter der Turbulatorposition von ca. 72% Profiltiefe. Damit kann diese Turbulatorposition beibehalten werden.

Für die Akaflieg Karlsruhe berichtete Andre Jansen über den Fortgang der Erprobung der AK-8. Das Jahr 2004 begann damit, dass im Januar die Einstellwinkel beider Flügel und des Höhenleitwerks nachgemessen wurden, da bei der anfänglichen Flugerprobung eine nicht den Erwartungen entsprechende Höhenleitwerkswirksamkeit auffiel.

Dabei konnte festgestellt werden, dass die Einstellwinkeldifferenz zwischen linkem Tragflügel und Höhenleitwerk stimmt, der rechte Tragflügel jedoch einen um ca. $0,5^\circ$ zu großen Einstellwinkel hat. Das ist keine ausreichende Erklärung für eine geringere Höhenleitwerks-Wirkung. Die Differenz in den Einstellwinkeln der beiden Tragflügel müsste sich aber so auswirken, dass das Flugzeug beim Überziehen am liebsten nach rechts abkippt. Genau dieses Verhalten läßt sich auch in den Flugerprobungsprotokollen finden.

Zusätzlich weichen die Einstellwinkel sowohl vom Tragflügel, wie auch dem Höhenleitwerk um etwa $+0,5^\circ$ vom Sollwert (bezogen auf die Rumpf-Längsachse) ab.

Diese Abweichungen dürften sich zusätzlich zum Überziehverhalten auch negativ auf die Flugleistungen auswirken, da die Veränderung der Einstellwinkel aber größere bauliche Veränderungen benötigt, wurde zunächst darauf verzichtet.

Kurz vor dem Idaflieg-Vergleichsfliegen stand eine erste Auswertung des Standschwingversuches und der Flatterrechnung zur Verfügung, die dazu führte, dass an beide Innen-Querruder der AK-8 ein Massenausgleich angebracht wurde.

Auf dem Sommertreffen selbst standen weitere Anstrichbilder an Tragflügel und Winglet auf dem Programm, deren Entstehen erstmals auch im Fluge durch eine Miniatur-Videokamera dokumentiert werden konnte. Aus bisher nicht wirklich erklärbaren

Gründen waren die Anstrichbilder 2004 aber von schlechterer Qualität, als die von 2003, so dass sich hier keine wesentlichen neuen Erkenntnisse ergaben.

Der Versuch, die Qualität des Flügel-Rumpf-Übergangs mit einem Anstrichbild zu untersuchen, führte leider nicht zum Erfolg, da die Farbe bei dem einen durchgeführten Flug bereits während des Flugzeugschlepps trocknete und somit keine Aussage möglich war. Mit Wollfäden im Flügel-Rumpf-Übergang, die von der kleinen Video-Kamera vom Leitwerk aus gefilmt wurden, untersuchte die Akaflieg die Strömungsverhältnisse dort. Die gespeicherten Aufnahmen sahen sehr gut aus, lag doch die Strömung immer der Kontur an. Allerdings wurde der extreme Langsamflug bei diesen Versuchen noch nicht ausreichend erfasst und durch eine fehlende Tonaufzeichnung war die Zuordnung der Aufnahmen zu den geflogenen Geschwindigkeiten erschwert.

Schließlich dienten zwei Flüge noch der Untersuchung des Schwingungsverhaltens der Struktur. Nach den Hinweisen der Flatterrechnung sind bei verschiedenen Fluggeschwindigkeiten gezielte Versuche zur Anregung von Flattererscheinungen unternommen worden. Ein Flatterfall oder eine verminderte Dämpfung konnte dabei in keinem Fall festgestellt werden.

Thomas Merzhäuser von der gastgebenden FVA stellte seine Diplomarbeit vor, in der er „Untersuchungen zur Energieaufnahme der Rumpfspitze“ durchführte.

Dazu wurden Crash-Versuche mit geometrisch gleichen Rumpfspitzen, jedoch unterschiedlichem Strukturaufbau durchgeführt. Die Muster-Rumpfspitzen waren an einem Versuchsträger befestigt, dessen Masse und Massenträgheitsmoment einem 15m Flugzeug entsprach und wurden von einem Gestell mit 2m Fallhöhe so abgeworfen, dass sie unter einem Winkel von 45° auf den Boden aufschlugen.

Beschleunigungsaufnehmer messen die auftretenden Beschleunigungen im Fall und beim Aufschlag, woraus sich die Höhe,

die Geschwindigkeit des Schwerpunktes, die Drehbeschleunigung und die räumliche Lage des Systems ableiten lassen.

Die Auswertung ergab, dass eine steife, mit günstigem Bruchverhalten ausgestattete Rumpfspitze gut zu sein scheint. Hierbei spielt das Beulverhalten der Rumpfspitze eine große Rolle, wobei eine Sandwich-Konstruktion vorteilhaft ist. Schließlich zeigte sich, dass Klebenähte, wie sie beim zusammenkleben zweier Halbschalen entstehen, wenn irgend möglich vermieden werden sollten, da diese zum Aufplatzen neigen.

Zu den Messungen muss gesagt werden, dass sie nicht unbedingt repräsentativ für das Verhalten „richtiger“ Rumpfe sind, da in den für den Versuch verwendeten Rumpfspitzen keinerlei Einbauten vorhanden waren. Es war aber auch nicht Ziel der Arbeit, bereits Aussagen zum Crash-Verhalten realer Rumpfe zu treffen, sondern es sollte untersucht werden, ob es mit der Messtechnik möglich ist, aussagekräftige Messdaten aufzunehmen. Dies konnte anhand der unterschiedlichen Rumpfspitzen gezeigt werden.

Falk Pätzold berichtete für die Akaflieg Braunschweig über den Stand der Erprobung des 18m-Flugzeuges SB-14.

Als Ergebnis der Flatteruntersuchungen wurde die Rumpfröhre des Flugzeuges in der Symmetrieebene versteift. Nach einer weiteren Modifikation sollten die Fahrwerksklappen jetzt dauerhaft funktionieren, es gibt aber noch kleinere Probleme mit der Verriegelung des Fahrwerks.

Auf dem Sommertreffen 2004 begann die finale Kalibrierung der Fahrtmessanlage, die im Dezember abgeschlossen werden konnte, und es wurde der maximale Schiebewinkel der Winglets erflogen, bei dem an diesen die Strömung abreißt.

Grundlegende Probleme ergaben sich im Laufe der bisherigen Flugerprobung nicht. Für 2005 sind instrumentierte Flugversuche geplant, bei denen z.B. Beschleunigungssensoren im Fluge die Flatterantwort der Struktur aufnehmen sollen. Dipl.-Ing.

Jan Schwochow vom Institut für Aeroelastik des DLR in Göttingen möchte mit der SB-14 verschiedene Methoden der Flatteruntersuchung modellhaft vergleichen.

Die aktuellen Arbeiten am Motorsegler B-13 der Akaflieg Berlin stellte Christina Politz vor. Die B-13 flog schon 1991 zum ersten Mal, jedoch ohne dass der vorgesehene Antrieb (ein Rotax 377 2-Takt-Motor als Heimkehrhilfe) funktionsfähig war.

Nachdem das Flugzeug einige Jahre ohne Antrieb im Flugbetrieb war, arbeitet die Akaflieg jetzt daran das Antriebssystem, das neben dem Triebwerk aus einem Faltpropeller besteht, der auf einem Schlitten aus der Rumpfnase nach vorn ausfahren kann, in Betrieb zu nehmen.

Aufgrund der langen Bauzeit bekommt das „B“ in der Typenbezeichnung mittlerweile bei den Berliner Akafliegern eine neue Bedeutung als „B wie Baustelle“.

Im April 2005 bestand der Motorträger erfolgreich seinen Belastungsversuch. Auch das Problem des Brandschotts, das aufgrund der Position des Triebwerks zwischen den Beinen der nebeneinander sitzenden Piloten eine sehr aufwendige Form hat, konnte gelöst werden.

Anstelle des üblichen Stahlblechs wird ein mehrschichtiger Aufbau aus Brandschutzfarben und einem isolierenden Mineralschaumstoff verwendet, der bei Brandversuchen der Akaflieg einen ausreichenden Brandschutz sicherstellte.

Weiteres Problem des Antriebs ist der Tank, der direkt hinter den Köpfen der Piloten im Gepäckraum eingebaut wird, jedoch in seiner jetzigen Konstruktion unter Umständen die Bedingungen des Notlande-Falles aus der Bauvorschrift nicht erfüllt, so dass er noch genauer untersucht werden muss. Die Tankbefestigung im Rumpf konnte im April 2005 erfolgreich getestet werden.

Nichts mit dem Antrieb hat ein weiteres Problem zu tun, das aus den Ergebnissen der Flatter-Untersuchung des Flugzeuges resultiert: Mit dem ursprünglichen Seitenruder ist ein Flatterfall zu erwarten. Daher wur-

de 2004 damit begonnen ein neues, leichteres Seitenruder in einer Kohlefaser-Waben-Bauweise zu fertigen.

Andre Jansen

1.10 Idaflieg Sommertreffen 2005

Auch 2005 trafen sich die in der Interessengemeinschaft deutscher Akademischer Fliegergruppen (kurz: Idaflieg) zusammengeschlossenen Akafliegs im August auf der schwäbischen Alb in Aalen-Elchingen zum Vergleichsfliegen. Auf dieser Veranstaltung werden seit 1937 neue Segelflugzeuge auf ihre Flugeigenschaften und Flugleistungen untersucht, finden Messungen zu aerodynamischen, aeroelastischen und anderen Fragestellungen statt. Darüberhinaus werden Studenten aus den Akafliegs an das ingenieurmäßige Fliegen herangeführt.

Unterstützt wird die Idaflieg dabei vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), dem Institut für Flugführung der Technischen Universität Braunschweig, dem Luftfahrt-Bundesamt und weiteren Hochschulinstituten.

Auch das Sommertreffen der Akafliegs litt 2005 unter den nicht gerade optimalen Wetterbedingungen. Immerhin konnten aber mehr Messflüge als 2004 durchgeführt werden. Zur Leistungsmessung kamen, wie schon im Vorjahr, die ASW-28E mit 15 und 18m Spannweite und der Ventus 2cx. Dazu gesellte sich der LS-10 Prototyp mit 18m Spannweite.

Für den Ventus reichte es aus Wettergründen zu keiner vollständigen Vermessung. Die Auswertungen zu ASW-28 und LS-10 werden, wie immer, auf dem Idaflieg Wintertreffen vorgestellt werden, dass für den 6. bis 8. Januar 2006 in der Technischen Universität Dresden geplant ist.

Für die Flugeigenschaftsuntersuchungen, dem sog. „zachern“, standen darüber hinaus DG-1000, Discus CS, DuoDiscus, LS-4, Phöbus B-1, PIK-20, SZD-50 „Puchacz“ zur Verfügung.

Die Akaflieg Braunschweig führte während des Treffens die Flugerprobung ihres Prototypen SB14 fort, insbesondere die statische Längsstabilität bei unterschiedlichen Schwerpunktlagen und Klappenstellungen fand hierbei Beachtung. Da diese Messungen nur in ruhiger Luft am frühen Morgen durchgeführt werden können, sind bei einem Flugzeug mit Wölbklappen dafür viele Flugzeugschlepps notwendig.

Andere Akafliegs beschäftigten sich mit Sondermessprojekten.

Die Flugwissenschaftliche Vereinigung Aachen (FVA), genauer Christina Bärtil und Andre Kubasik, nutzten eine weitere DG-1000 zu Flugversuchen mit Miniklappen.

Dazu wurde die DG-1000 auf einem Tragflügel mit einem Profilhandschuh ausgerüstet, der durch eingebaute Druckabnahmen ermöglicht den Druck auf dem Profil bei verschiedenen Lauflängen zu messen. Die gemessenen Drücke erlauben es unter anderem den (lokalen) Auftrieb des Profils an diesem Profilschnitt zu bestimmen.

Im Vergleich zu den bereits 2002 mit einer ASH-26 durchgeführten Messungen stand eine wesentlich verbesserte Meßtechnik zur Verfügung, die die quasi simultane Erfassung der Drücke aller Messstellen ermöglicht. Damit wurde der Zeitbedarf für eine Messung deutlich verringert und zusätzlich die Qualität der Messdaten verbessert, so dass etwaige Änderungen der Fluggeschwindigkeit während der Messung keine so große Rolle mehr spielen können.

Als weitere Messtechnik befand sich hinter der Endleiste des Tragflügels ein Nachlaufrechen, der den Druck im Nachlauf des Tragflügels aufnimmt und über den Druckverlust (= Geschwindigkeitsverlust) der Strömung hinter dem Flügel im Vergleich zur ungestörten Anströmung, die Bestimmung des Widerstands dieses Profilschnitts erlaubt.

Eine Schwenkkopf-Sonde („Swivel-Head“, d.h. ein horizontal und azimuthal drehbar gelagertes Prandtl-Rohr) diente zur Messung des exakten Gesamt- und statischen Drucks und ein Mast mit zwei auf Potentiometer-

Achsen gelagerten Windfähnchen zur Ermittlung der Anstell- und Schiebewinkel des Flugzeuges.

Die Signale aller Sensoren wurden über Analog-Digital-Wandler von einem Miniatur-Rechner auf dem Flügel abgefragt und im Cockpit digital mit einem handelsüblichen Notebook aufgezeichnet. Mit diesem Notebook konnte der Mess-Ingenieur im zweiten Sitz Messungen starten und beenden und hatte bereits im Flug eine erste Möglichkeit zu kontrollieren, ob die Messdaten „sinnvoll“ aussehen.

Aufgrund des Wetters und Problemen mit der Technik kam es leider auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen nur zu wenigen Flügen. Da die Schwenkkopf-Sonde neu angefertigt wurde, war zunächst eine Kalibrierung des Statik-Systems mit Hilfe einer DFS-60 Schleppsonde notwendig. Die Messungen an den Miniklappen verhinderte anschließend das Wetter und ein unerklärlicher Druckverlust in der Gasflasche, die nach jeder Messung die Meßleitungen durchspülen soll.

Die Akaflieg Dresden benutzte ihren L-23 „Super-Blanik“ für gleich zwei verschiedene Meßprojekte. Zum einen sollten in Fortführung eines Projektes vom Sommertreffen 2003 die Anströmwinkel des Höhenleitwerks im Verhältnis zum Tragflügel bestimmt werden. Damals wurde dafür ein Bocian eingesetzt, und als Messinstrumentierung kamen Windfähnchen zum Einsatz, die auf den Achsen von Potentiometern montiert waren.

In der diesjährigen, verbesserten Version kamen pneumatische Dreiloch-Sonden mit Differenzdrucksensoren zur Ermittlung des Anstellwinkels des Höhenleitwerks an vier verschiedenen Spannweitenpositionen zum Einsatz.

Darüber hinaus wurden auch Anstell- und Schiebewinkel des Flugzeugs mit Differenzdrucksensoren über eine Vierloch-Kegelsonde auf der Rumpfnase gemessen, so dass die gesamte Messanlage ohne bewegliche Teile auskam.

Die Datenerfassung übernahm ein handels-

übliches Notebook mit einer Mehrkanal-Digital-Analog-Wandlerkarte.

Mit den Messungen sollen weitere Messdaten zur Auswirkung des Nachlaufs des Tragflügels auf die Anströmung des Höhenleitwerks gewonnen werden. Dies soll es ermöglichen, die vorhandenen Theorien, nach denen u.a. auch die Auslegung neuer Flugzeugkonstruktionen erfolgt, zu überprüfen.

In mehreren Messflügen wurden dabei Messungen bei unterschiedlichen Flugzuständen durchgeführt.

In einem weiteren Experiment diente der Blanik als Versuchsträger für die Ermittlung von Überzieheigenschaften. Dazu montierten die Dresdner Akaflieger eine oder zwei Kameras auf dem Höhenleitwerk, die den rechten Tragflügel filmten.

Auf diesen Tragflügel waren viele Wollfäden geklebt, die es erlaubten, den Beginn und Verlauf der Ablösung auf dem Tragflügel während des Überziehens zu verfolgen. Die Aufzeichnung von sowohl Bild- als auch Messdaten übernahm wieder ein PC, der vom Luftfahrzeugführer im zweiten Sitz während des Fluges bedient wurde.

Hintergrund der Messungen ist, dass durch das Multhopp-Verfahren bei der Auslegung eines Seglers ungefähr die Stelle errechnet/abgeschätzt werden kann, wo das lokale ca den lokalen c_{max} - Wert erreicht und daher dort der Strömungsabriss zu vermuten wäre. Allerdings kann Multhopp den oberen („gekrümmten“) Bereich der Auftriebs(-beiwert)-zu-Anstellwinkel Kurve ($dca/d\alpha$) gar nicht richtig erfassen.

Daher sollten die theoretischen Ergebnisse bei möglichst vielen Flugzeugen mit den praktischen Wollfadenversuchen verglichen werden. 2003 dienten dazu eine ASK-21 und der Bocian, im vergangenen Jahr gab es entsprechende Versuche mit der SB-14 der Akaflieg Braunschweig.

Christina Schommer von der Akaflieg Braunschweig untersuchte eine neue Methode, um ein Anstrichbild zu erzeugen. Dabei wird mit einer Farbe, die während des Fluges trocknet, ein Abbild der Grenz-

schichtströmung auf dem Profil erzeugt. Dieses Abbild ermöglicht es festzustellen, ob das Profil im aktuellen Zustand (d.h. abhängig von Fluggeschwindigkeit, Klappenstellung, u.s.w.) etwa eine Ablöseblase hat und an welcher Position diese sich befindet. Bisher wurde dazu die Farbe entweder vor dem Start aufgetragen - woraus das Problem resultiert, dass die Farbe unter Umständen schon im Flugzeugschlepp trocknet - oder aber mit einer relativ aufwendigen Anlage während des Fluges auf den Flügel gespritzt.

Beide Varianten führen zu Problemen. Die Trocknung während des F-Schlepps ist unerwünscht, zum einen weil der fliegbare Geschwindigkeitsbereich während des Schlepps eingeschränkt ist, zum anderen weil das vorausfliegende Schleppflugzeug die Strömung stört. Durch diese beiden Effekte wird die Aussagefähigkeit des Anstrichbildes eingeschränkt.

Der Auftrag der Farbe während des Fluges ist zum einen aufwendig, da die Anlage eingerüstet werden muß, zum anderen kann auch hier der Aufbau die Messung stören. Die Idee zur Vermeidung dieser Nachteile war daher, die Farbe zwar im Fluge aufzutragen, aber nicht durch eine Anlage auf dem Flugzeug das Untersucht werden soll, sondern durch ein anderes Flugzeug.

Dazu wurde in das Schleppflugzeug ein 30l-Kanister mit einer Tauchpumpe vor dem hinteren Sitz eingebaut. Von der Pumpe führt ein Schlauch durch die Rumpfröhre neben die Schleppkupplung am Rumpfe. Zur Stromversorgung der Pumpe wird eine eigene Batterie mit Ein-/Ausschalter mitgeführt, den der Pilot des Schleppflugzeuges bedient. In max. drei Minuten wird die Flüssigkeit aus dem Kanister herausgepumpt und bildet hinter dem Schleppflugzeug einen Strahl.

In diesen Strahl muß das Segelflugzeug mit dem zu untersuchenden Bereich des Tragflügels einfliegen, und sich solange darin halten, bis eine ausreichende Menge Farbe auf den Flügel aufgetragen wurde.

Danach wird der Strahl verlassen und die Farbe trocknet, während der Segler die zu

untersuchende Konfiguration (Geschwindigkeit, Klappenstellung) beibehält bzw. einnimmt.

Bei den Vorversuchen diente statt einer Farbe Wasser als Medium. Es zeigte sich, dass einiges fliegerisches Geschick notwendig ist, um lang genug und relativ dicht hinter dem „Sprühflugzeug“ herzufliegen, bis sich genügend Farbe auf dem Flügel gesammelt hat. Der Versuch die Farbe noch im F-Schlepp, d.h. am Schleppseil hängend, aufzutragen misslang zunächst.

Leider verhinderte das schlechte Wetter einen „scharfen“ Versuch, d.h. die Verwendung der richtigen Farbmischung statt Wasser während dieses Idaflieg Vergleichsfliegens.

Um den Farbauftrag zu erleichtern sind nach dem Idaflieg-Treffen weitere Versuche geplant, bei denen der am Schleppflugzeug befindliche Schlauch nach hinten verlängert und mit einem Schleppkegel (ähnlich den Vorrichtungen für die militärische Luftbetankung) stabilisiert werden soll.

Andre Jansen

1.11 Idaflieg Wintertreffen 2006

2006 war die Akaflieg Dresden der Gastgeber für die Wintertagung der Interessengemeinschaft Deutscher Akademischer Fliegergruppen (kurz: Idaflieg).

Vom 6. bis 8. Januar wurden die Projekte der Akafliegs und weitere Themen aus dem Bereich der Segel- und Leichtflugzeuge einem interessierten Publikum vorgestellt. Von der Akaflieg Dresden mit Unterstützung der Technischen Universität - einschließlich einer interessanten Stadtführung durch das wiedererstellende Zentrum von Dresden - hervorragend organisiert, bot das Treffen einen Einblick in viele aktuelle Forschungs- und Entwicklungsthemen.

Die Ergebnisse der Flugleistungsmessungen vom Idaflieg Vergleichsfliegen 2006 stellte

Falk Pätzold vom Institut für Flugführung der TU Braunschweig vor. Vermessen wurden die ASW-28/18E, die LS-10 und der Ventus 2cx jeweils mit 18m Spannweite.

Zur Zeit können die Ergebnisse der Leistungsmessungen einzelner Typen, aufgrund einer Übereinkunft zwischen der Idaflieg, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und den deutschen Herstellern, nur von der Idaflieg gegen eine Schutzgebühr bezogen werden.

Anfragen können an die Geschäftsführende Gruppe der Idaflieg, d.h. an die Akaflieg München (Arcisstr. 21 - 80333 München) gerichtet werden. Dort ist auch vom Frühjahr an das Idaflieg Berichtsheft erhältlich, das die schriftliche Fassung aller auf dem Wintertreffen gehaltenen Vorträge enthält.

Flugzeug-Projekte/Prototypen

Über den „Stand der Dinge“ des Rennklasse-Flugzeuges Mü-31 berichtete Andreas Lutz von der Akaflieg München. Im vergangenen Jahr wurde ein weiteres Windkanalmodell mit einem Rumpf aus Aluminium und drei Tragflügelformen gefräst. Um möglichst steife Tragflügelmodelle zu erhalten, sind diese selbst aus Kohlefaser gefertigt.

Bei Alexander Schleicher Segelflugzeugbau nahmen die Akaflieger vom äußeren Teil der Flügelformen der ASW-27 Urpositive ab, die später die Außenflügel der Mü-31 ergeben. Konstruktionsarbeiten für die Trennstellen der Flügel, diverse Kleinteile und nicht zuletzt für die Formen von Rumpf und Innenflügeln, die gefräst werden sollen, brachten das Projekt deutlich voran.

„Windkanaluntersuchungen an einem Modell der Mü-31“ sind Teil der Diplomarbeit von Uli Hülsmann (Akaflieg München).

Durch die Ausführung der Mü-31 als extremen Hochdecker mit quasi oben auf dem Rumpf aufliegendem Tragflügel ergaben sich einige neue Fragestellungen für die Aerodynamiker. Bereits bei vorherigen Windkanaluntersuchungen dieser Konfiguration an der TU Delft mit einem ersten Modell ergab sich

ein Leistungsvorteil zu der konventionellen Auslegung der ASW-27, die als Basis dient. Allerdings ergaben sich auch einige Fragestellungen zu Interferenzwiderständen, die mit dem zweiten, verbesserten Entwurf eines weiteren Windkanalmodells untersucht werden sollten. Dazu gab es drei verschiedene Tragflügel mit unterschiedlichen Klappenstellungen zur Vermessung im Laminarwindkanal der TU Delft.

Da die Arbeit noch nicht beendet ist, gibt es bisher keine endgültigen Auswertungen zu den erzielten Widerständen. Auf den angefertigten Öl-Anstrichbildern ist aber bereits sichtbar, dass die beim ersten Entwurf noch vorhandenen Gebiete abgelöster Strömung im Bereich der Flügel Nase und auf der Unterseite des Flügel-Rumpf-Übergangs entweder stark verkleinert wurden oder ganz verschwunden sind.

Auch das auf der Oberseite des Tragflügels oberhalb des Rumpfes vorhandene Ablösegebiet konnte beseitigt werden, der nach vorn wandernde Umschlag von laminarer zu turbulenter Strömung wurde deutlich verkleinert.

Zum „Stand der Dinge“ des Doppelsitzers D-B11 der Akaflieg Dresden referierte Phillip Scheffel. Die D-B11 wird nach den Bedürfnissen des Akaflieg-Flugzeugparks als Schul-Doppelsitzer mit 18/20m Spannweite ausgelegt. Ein geräumiger Führerraum und eine Optimierung des Betriebs im Hinblick auf die Schulung sind Teil des Konzepts. Evtl. sollen auch einzelne Bauteile als Versuchsträger für neue Materialien (Prepregs) dienen.

Nach einiger Diskussion hat man sich auf einen Tandem-Sitzer festgelegt und für die Lastannahmen ein Rechenmodell erstellt. Da die absolut höchste Flugleistung nicht gefordert ist, wird zur Zeit von einem auf 20m verlängerten Dimona-Tragflügel ausgegangen, von dem neben angenehmen Flugeigenschaften auch sehr brauchbare Flugleistungen erwartet werden.

Der Rumpf soll als Versuchsträger für neue Materialien dienen. So sollen die Hauptspan-

ten aus CFK-Prepreg gefertigt werden. In Zusammenarbeit mit der IMA GmbH Dresden werden die Bauteile zertifiziert. Dadurch wird es im Folgenden einfacher, weitere Bauteile, wie zum Beispiel die gesamte Rumpfröhre aus diesem innovativen Material herzustellen und zuzulassen. Mit CFK-PrePreg ist man in der Lage, bis zu 30% Gewicht gegenüber herkömmlichen Naßlaminaten einzusparen. Dank einer finanziellen Unterstützung der TU Dresden konnten die Materialien für den Formenbau beschafft werden, so dass derzeit am Bau des Rumpf-Urmodells und der Formen gearbeitet wird. Die endgültige Entscheidung für die Tragflächen steht noch aus.

Die Strömungssimulation des Rumpfes und die Konstruktion der Rumpfstruktur, wobei eine Auslegung mit Spanten aus Prepregs erfolgt, stehen zur Zeit an.

Aufbauend auf diesen Arbeiten geht es an die Detailkonstruktion der Einbauten.

Wie Jörg Schreiber in seinem Vortrag „Ergonomieuntersuchungen des D-B11 Rumpfes“ ausführte, erfolgte die Konzeption des Cockpits mit einem speziell für Ergonomie-Untersuchungen ausgelegten CAD-System.

Beide Sitze sollen mit ausreichenden Verstellmöglichkeiten ausgerüstet sein, so dass sowohl der sog „95. perzentil Mann“ als größter Insasse, als auch die „5. perzentil Frau“ als kleinster Insasse bequem Platz finden.

(Anmerk./Fußnote: Der „95. perzentil Mann“ ist von den Körpermassen größer als 95% aller Männer, die „5. perzentil Frau“ kleiner als 95% aller Frauen, mit diesen beiden Extremen sind also fast alle möglichen Insassen abgedeckt.)

Der komplette Rumpf wird zudem derzeit an der TU-Dresden im Maßstab 1:1 in einer so genannten Virtual-Reality-Umgebung räumlich projiziert. Man hat somit die Möglichkeit, schon vor Baubeginn in einem virtuellen Modell des Flugzeugs Platz zu nehmen und die Sichtverhältnisse, sowie die Erreichbarkeit aller Bedienelemente zu testen.

Über die Fortschritte bei dem Schlepp-Motorsegler fs-35 der Akaflieg Stuttgart berichteten Klemens Nübler und Timo Kühnle.

Nach verschiedenen Voruntersuchungen zur Auslegung eines optimalen Schleppflugzeuges kristallisierte sich ein aerodynamisch hochwertiger Motorsegler mit geringem Gewicht und einem möglichst leistungsstarken Triebwerk als beste Lösung heraus.

Auf der Basis eines nach innen verlängerten Hoffmann H36 „Dimona“ Tragflügels entstand daher die fs-35 mit neuem Rumpf und neuem Leitwerk. Der Bau der Urmodelle von Rumpf und Leitwerk ist abgeschlossen, derjenige der Innenflügel ist im Bau. Das Urpositiv des Höhenleitwerks war fertig, wurde aber leider beim Abnehmen der Formen zusammen mit den Formen zerstört, so dass hier ein weiteres angefertigt wird.

Diejenigen der Innenflügel waren auch bereits einmal fertig, bis sich herausstellte, dass ihr nach den Daten des Profilkataloges erstelltes Profil nicht so wirklich mit dem Profil zweier H36-Tragflügel übereinstimmte, die als Urpositive für die Außenflügel Verwendung finden sollen. Hier muß die Theorie also noch mit der Praxis in Übereinstimmung gebracht werden.

Konstruktiv existieren die Lastannahmen sowie ein Festigkeitsnachweis für das Höhenleitwerk, dazu Rechnungen der Flügelstruktur, die jedoch noch in einem Bruchversuch verifiziert werden müssen. Es laufen Studienarbeiten zur Steuerung, zum Fahrwerk und zur Auslegung der Winglets.

Geplant ist für 2006 der Bau der Negativformen, Arbeiten an den Nachweisen gemäß der Bauvorschrift JAR-22 und die Auswahl des Antriebes, für den noch verschiedene Varianten diskutiert werden.

Ausgehend von der Auslegung, die die Masse vor dem Brandspant auf 200kg begrenzt, stehen unter anderem der Lycoming O360, der kleine Thielert-Diesel, aber auch ein modifizierter Subaru-Boxer zur Wahl.

„Aktuelles aus der Akaflieg Braunschweig

und Stand der Dinge SB14" lautete der Titel für Martin Werme's Vortrag.

Das 18m-Klasse-Flugzeug SB14 setzte im vergangenen Jahr seine Flugerprobung fort, wobei insbesondere in 20 Flügen die statische Längsstabilität bei verschiedenen Schwerpunktlagen und Flächenbelastungen untersucht wurde.

Zur Zeit ist eine neue Lastrechnung in Arbeit, um die Flugmasse auf 541kg erhöhen zu können. Geplant für 2006 ist der Abschluß der Untersuchungen zur statischen Längsstabilität und der F-Schlepp-Erprobung. Anschließend soll die Flatter- und Trudelerprobung und die Optimierung der Ruderabdichtung und der Turbulatoren erfolgen.

Fortgesetzt wurde der Bericht aus der Akaflieg Braunschweig mit dem „Stand der Dinge SB15" und der „Anregung einer Aktualisierung" der Idaflieg-Kennwertesammlung durch Stephan Sattler. Der 20m-Doppelsitzer SB15 entsteht aus den verlängerten Flügelformen der SB14, mit dem Vorderrumpf der Stuttgarter fs-31 und einem ASH-26 Leitwerk. Durch die geringe Flügelfläche ist besonderes Augenmerk auf den Leichtbau zu richten. Das Ziel ist eine Leermasse von 304kg(!). Bisherige Auslegungsarbeiten befaßten sich mit der Flugmechanik, der Struktur von Flügel, Leitwerk und Rumpf, der Steuerungs kinematik und dem Flügel-Rumpf-Übergang.

Für 2006 ist der Bau eines Mock-Ups des Vorderrumpfes und weiterer Probe-stücke geplant. Im Zuge der Leichtbau-Problematik wurde mit der klassischen Laminattheorie ein Rechenverfahren für die Strukturberechnung verwendet, das mehr Werkstoffdaten benötigt als bisher in der Idaflieg-Kennwertesammlung vorhanden sind. Die erforderlichen Werkstoffversuche könnten mit Unterstützung anderer Akafliegs zu einer Aktualisierung der Idaflieg-Kennwertesammlung genutzt werden.

Zum Stand der Dinge in der Akaflieg Berlin nahm Christian Zenker Stellung. Für

den Offene-Klasse-Doppelsitzer B-13 traf die Akaflieg die Entscheidung endgültig auf den als „Flautenschieber" ausgelegten Antrieb zu verzichten, weil die Lösung der sich mit dem Triebwerk stellenden Probleme nicht absehbar war. Bevor das Flugzeug sich wieder in sein Element schwingen kann ist jedoch der Bau eines neuen, leichteren Seitenruders notwendig, da sich bei der Flatteruntersuchung Probleme zeigten. Auch die weiteren Arbeiten zur Zulassung gehen weiter.

Für das Nachfolge-Projekt B-14 gibt es mehrere Entwürfe, die innerhalb der Gruppe diskutiert werden.

Johannes Dillinger (TU Delft) stellte den „Aerodynamischen Entwurf des Offene Klasse Segelflugezeuges Concordia" vor, welches bereits im „Aerokurier" 8/2005 vorgestellt wurde.

„Akaflieg und mehr"

Lubos Zahradník vom Universitätszentrum für Luftsport in Prag stellte die Frage: „Idaflieg - University centre for Airsports in Prague, Can we cooperate in the future?" und lud die Idaflieg zum nächsten großen Ereignis ein, dass das Zentrum in 2006 organisiert: Eine große Segelflugausstellung mit einer umfangreichen Flugschau aus Anlaß des Jubiläums „50 Jahre L-13 Blanik".

Die Beziehung „Die Idaflieg und das Deutsche Segelflugmuseum mit Modellflug" beleuchtete Fred W. Weinholtz für das Museum auf der Wasserkuppe und warb bei den versammelten Idafliegern um Ausstellungsstücke für den im Frühjahr zu eröffnenden Erweiterungsbau. Für das Deutsches Technikmuseum Berlin stellte Heiko Triesch das Projekt „Idaflieg-Museum" vor, das im Rahmen der Erweiterung des Technikmuseums in die Hallen des Zentralflughafens Tempelhof vorgeschlagen wird. Auch hier besteht in Interesse an Prototypen der einzelnen Akafliegs, die Meilensteine für die Entwicklung der Luftfahrt - nicht nur in Deutschland - waren und sind.

Unter den provokanten Titel „Projektmanagement in der Akaflieg, ein Oxymoron?“ stellte Ralf Schneider seinen Vortrag. Der ehemalige Idaflieg-Präsident und jetzige Sachbearbeiter beim Luftfahrt-Bundesamt (LBA) schlug unter dem Titel „AKA-100“ einen Ordnungsschlüssel vor, unter dem Dokumente zu Konstruktion, Bau, Wartung, Nachweisführung der von den Akafliegs entwickelten Prototypen strukturiert abgelegt werden können. Dieser lehnt sich an den „ATA-100“ Code an, der die Baugruppen, Systeme und Untersysteme von Flugzeugen einheitlich klassifiziert, allerdings auf die spezifischen Bedürfnisse der Akaflieg-Entwicklungen abgewandelt bzw. erweitert. Bei den auch bei den Akafliegs ständig komplexeren und über längere Zeiträume laufenden Projekten würde ein solcher einheitlicher Schlüssel nicht nur das Auffinden von Informationen eines Projektes erleichtern, sondern insbesondere auch die Wiederverwendung bereits geleisteter Arbeit bei anderen Projekten, auch bei anderen Akafliegs.

Hans Jörg Streifeneder präsentierte in einem Vortrag das gemeinsam mit der Fa. MVEN in Kasan, Rußland entwickelte und zugelassene Gesamtrettungssystem „RADA 500“. Neben beeindruckenden Bildern aus der mit hohem persönlichen Einsatz durchgeführten Flugerprobung wurden die Erfahrungen dargestellt, die in der Erprobung gewonnen wurden und gegenüber der ursprünglichen Auslegung zu einigen Änderungen führten. Mit dem jetzigen System kann nicht nur die Belastung des Flugzeuges und des Insassen beim Entfaltungsstoß des Fallschirms klein genug gehalten, sondern auch eine stabile Lage des Flugzeuges unter dem Schirm garantiert werden. Nach der Zulassung des eigentlichen Rettungs-Systems durch das Luftfahrt-Bundesamt wird zusätzlich noch eine Zulassung des Einbaus für jedes Flugzeug-Muster benötigt, wie sie z.B. die Fa. Schempp-Hirth mittlerweile für den Ventus 2bxR von der EASA erhalten hat.

Ulrich Kopp vom LBA referierte über „2 Jahre EASA“. Nachdem seit dem 28.9.03 die EASA für die Musterzulassung von Flugzeugen innerhalb der Europäischen Gemeinschaft zuständig ist, ergaben sich verschiedene Änderungen, die allerdings die Akafliegs bisher kaum betreffen. Die EG-Verordnung Nr. 1592/2002, mit der die EASA gegründet wurde (siehe: http://www.lba.de/deutsch/easa/t2/euvo_1592_02de.pdf), enthält nämlich in ihrem Anhang II die Flugzeuge, für die auch in Zukunft die nationalen Luftfahrtbehörden die Zulassungsverfahren durchführen. In Abschnitt b) heißt es dazu: „speziell für Forschungszwecke, Versuchszwecke oder wissenschaftliche Zwecke ausgelegte oder veränderte Luftfahrzeuge [...]“ worunter die Prototypen der Akafliegs fallen, das heißt hier betreut weiterhin das LBA die Zulassungsverfahren. Falls allerdings z.B. eine sog. „Ergänzende Musterzulassung“ an einem Serienflugzeug beantragt wird, so ergab sich mit dem 28.9.2005 eine weitere Verkomplizierung. Denn ab diesem Datum verlangt die EASA von einem Antragsteller nicht nur den Nachweis, dass seine technische Entwicklung den Bauvorschriften genügt, sondern der Antragsteller muß zusätzlich eine Anerkennung als Entwicklungsbetrieb nachweisen oder über ein sog. „Alternatives Verfahren“ quasi beweisen, dass er kann, was er tut.

Über die „Trudelerprobung kleiner Flugzeuge“ sprach wie schon auf dem Sport-Aviation Symposium in Mailand (s. „Aerokurier“ 1/2006 S. 108) Heiner Neumann.

„Meßtechnische Möglichkeiten zur Erfassung komplexer Flugzustände“ stellte Falk Pätzold vor. Ausgehend von der Tatsache, dass der Versuchspilot nur eine kleinere Anzahl von Werten gleichzeitig erfassen und behalten kann, wurde am IFF eine Meßanlage aufgebaut, die eine umfassende Datenerfassung und Aufzeichnung erlaubt, gleichzeitig aber von den äußeren Abmessungen und dem Energieverbrauch her klein

genug, ist um in Flugzeuge mit sehr eingeschränkten Platzverhältnissen einbaubar zu sein. Mit der Anlage können ausreichend viele Parameter aufgezeichnet werden, um auch sehr komplexe Flugzustände, wie etwa das Trudeln, meßtechnisch zu erfassen.

Unter den Titel „Kunststoffseil vs. Stahlseil: eine kleine Schlepphöhenvermessung. 1. Akt“ stellte Martin Hermann von der Akaflieg Karlsruhe seinen Vortrag. Ausgehend von verschiedenen Berichten, die dem Kunststoffseil deutlich größere Schlepphöhen im Windenstart zuschrieben als dem herkömmlichen Stahlseil, wurde versucht diese Berichte mit Meßdaten zu untermauern oder zu widerlegen. Der Akaflieg Karlsruhe kam es dabei gelegen, dass auf ihrer Schleppwinde eine Trommel mit einem Stahlseil und eine Trommel mit einem Kunststoffseil ausgerüstet ist, so dass direkt hintereinander Schleppe mit beiden Seiltypen an der gleichen Winde durchgeführt werden können. Während des Idaflieg-Herbstschulungslagers wurden daher die ASK-21 und die DG-1000 der Akaflieg mit jeweils einem Volkslogger ausgerüstet und die Höhen der Schleppe aufgezeichnet.

Um die unterschiedlichen Piloten und Windenfahrer, sowie die sich ändernden Wetterbedingungen (Wind!) durch eine statistische Auswertung berücksichtigen zu können, wird eine größere Anzahl von Schleppe benötigt. Die bisher zur Auswertung vorliegenden ca. 70 Starts sind dafür noch nicht wirklich ausreichend, allerdings kann schon mit diesen Daten gesagt werden, dass der Unterschied zwischen Stahl- und Kunststoffseil nicht so groß ausfällt, wie häufig angenommen. Sehr vorsichtig kann in die Daten ein Vorteil des Kunststoffseils von etwa 5% in der Schlepphöhe hineininterpretiert werden. Dieser Unterschied ist deutlich geringer als der Unterschied zwischen der ASK-21 und der DG-1000, wobei die ASK im Durchschnitt die größeren Schlepphöhen erzielt.

Dr. Hermann Trimmel stellte „3D-Strömungen in den Alpen/Umströmungen von Bergen/Scherungszonen“ vor. Anhand groß- wie kleinräumiger Strömungsfelder wurden meteorologische Phänomene, die beim Segelflug interessant sind, verdeutlicht. Ausgehend von der Umströmung kalter Luft aus Nordosten um die europäischen Alpen wurde der Blick erweitert auf die Umströmung der Anden, nicht nur im Hinblick auf die dort durchgeführten Wellenflüge, sondern auch auf die meteorologisch günstige Taktik für den Einstieg in die Welle, die sich durch Beobachtung der Orographie und der Wolkenformationen entwickeln läßt. Interessant auch die Bemerkung, dass sich die stärksten Wellenaufwinde häufig hinter Kegelbergen („Solitäre“) finden.

Messungen auf dem Idaflieg-Sommertreffen

Andre Kubasik berichtete über die Flugversuche zu den Miniklappen der Flugwissenschaftlichen Vereinigung Aachen (FVA) auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen 2006 in Aalen-Elchingen und anschließend auf der Flugmeßwoche der Fachhochschule Aachen in Nordholz.

Dazu wurde die DG-1000 der FVA auf einem Tragflügel mit einem Profilhandschuh ausgerüstet, der mit verschiedenen Sensoren erlaubt den Auftrieb und Widerstand des Profils in einem Profilschnitt zu bestimmen. Zusätzlich werden der exakte Gesamtdruck und die Anstell- und Schiebewinkel des Flugzeuges erfaßt. Alle Drücke werden als Differenzdruck zum statischen Druck gemessen. In Aalen konnte zunächst eine Kalibrierung der Stau- und Statiksonden erfolgen, weitere Messungen verhinderten Probleme mit der Technik und nicht zuletzt dem Wetter. So mußte die Meßwoche der FH Aachen genutzt werden um die ersten Meßdaten zu erhalten.

Die Miniklappen - die in ihrer praktischen Ausführung natürlich beweglich sein werden - wurden für den Versuch durch GFK-

Streifen simuliert, die auf die Tragflügel-Unterseite direkt vor die Endleiste geklebt wurden. Die simulierten Klappen sind 20mm tief und es gab fünf verschiedene Streifen, die einem Klappenausschlag von 15°, 30°, 45°, 60° und 90° nach unten entsprechen. In fünf Meßflügen konnte jeweils die vollständige Polare mit den Streifen erfolgen werden. Eine endgültige Auswertung der Messdaten steht noch aus. Der erste Überblick zeigt aber, dass die Meßdaten sinnvoll erscheinen und das ein Klappenausschlag von 90° im Verhältnis zu 60° zwar mehr Widerstand erzeugt, aber nicht mehr Auftrieb.

Ihre zur Zeit am Institut für Flugführung der TU Braunschweig laufende Diplomarbeit stellte Sabine Macht von der Akaflieg Darmstadt vor.

Darin wird der vollständige Neuaufbau der „Mobilen PROfilwiderstandsMeßAnlage“ - kurz MoProMa - behandelt. Diese Anlage ermittelt den lokalen Profilwiderstand mit Hilfe der Impulsmethode durch Messung des Gesamtdruckes im Nachlauf von Segelflugzeugen oder allgemein langsam fliegenden Flugzeugen. Dazu ist ein Nachlaufrechen parallel zur Flügelebene angebracht, der zur Erfassung der Nachlaufdelle in senkrechter Richtung verfährt. Die Anlage wurde 1986 von Clemens Schürmeyer, einem Mitglied der Akaflieg Braunschweig, entwickelt und zwischenzeitlich mehrfach überarbeitet, wobei die meßtechnische Betreuung bis zum letzten Jahr beim DLR lag. Durch den Neuaufbau „MoProMa 2.0“ soll eine deutliche Vereinfachung des Aufbaus und der Bedienung erreicht werden. Dazu wird zunächst die Sensorik, Stromversorgung und Datenaufzeichnung in einem kompakten Gehäuse untergebracht, und darauf verzichtet, Kabel oder Schläuche ins Cockpit zu legen. Eine Anzeige- und Steuereinheit für den Piloten wird per BlueTooth an die Meßanlage angebunden.

Mittels einer Simulation wird eine genaue Fehleranalyse der Anlage durchgeführt, um eine Aussage über die Genauigkeit des

gemessenen Profilwiderstandes zu erlangen. In naher Zukunft sollen auf den bisherigen Ergebnissen aufbauend weitere Verbesserungen an der Anlage vorgenommen werden. Es ist unter anderem vorgesehen, die Auflösung der Datenaufzeichnung zu erhöhen und eine Anpassung an Flugzeuge mit Flaperon-Konfiguration vorzunehmen. Die Betreuung und Wartung der Meßanlage wird zukünftig beim Institut für Flugführung liegen.

„Windkanalmessungen am Laminarprofil FX-73/170 mit Hinterkantenabsaugung“ stellten Jürgen Frey (Akaflieg Dresden) und Oliver Brüning (TU Dresden) vor. Es wurde ein Flügelmodell mit einem oberseitigen Absaugeschlitz nahe der Endleiste angefertigt. Das mit etwa 300 Druckmeßstellen versehene Modell wurde im Windkanal der TU Dresden vermessen. Durch die Absaugung konnte eine merkliche Auftriebserhöhung erzielt werden. Zudem tritt auch bei dem Laminarflügel eine Verringerung des Profilwiderstands ein. Allerdings ist dabei der durch die Absaugung entstehende „Senkenwiderstand“ noch nicht berücksichtigt und die abgesaugte Luft muß auch noch möglichst widerstandsgünstig die Zelle wieder verlassen, wovon man sich zudem einen Impulsrückgewinn erhofft. Es konnte aber gezeigt werden, dass das Verfahren Potential bietet, so dass es noch genauer untersucht werden soll.

Über die „Messung des Anströmwinkels zum Höhenleitwerk im Freiflug“ auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen 2005 berichtete Jürgen Frey. In der Fortführung eines Meßprojektes von Frank Schröder und Frank Dienerowitz aus dem Jahr 2003 wurde diesmal der L-23 „Super Blanik“ der Akaflieg Dresden mit Meßtechnik ausgerüstet. An die Stelle der Anstellwinkelmessung mit auf Potentiometern gelagerten Windfähnchen traten pneumatische Sonden, die an vier verschiedenen Spannweitenpositionen am Höhenleitwerk den (lokalen) Anströmwinkel maßen. Dazu kamen Kegelsonde

und Prandtl-Rohr an Nasenmasten zur Ermittlung von Fahrt sowie Anstell- und Schiebewinkel des Flugzeuges.

Während die Kalibrierung der Fahrtmessung mittels einer DFS-60 Schleppsonde und einem Kiel'schen Rohr problemlos möglich war, bereitet die Kalibrierung der Drucksignale der Kegelsonde noch Probleme. Dadurch ist die Bestimmung von Anstell- und Schiebewinkeln noch nicht einwandfrei möglich und somit die Auswertung der Messungen bisher eingeschränkt.

Es kann jedoch bereits gesagt werden, dass übereinstimmend mit der Theorie, dass das T-Leitwerk des Super-Blanik höhere Wirkungsgrade als das Kreuzleitwerk des Bocian erreicht.

Der dritte Vortrag von Jürgen Frey befaßte sich mit der „Erfassung von Ablösestrukturen mit Wollfäden“ ebenfalls auf dem Sommertreffen. Dabei sollen auf den Tragflügel geklebte Wollfäden während des Überziehvorgangs die Strömungsrichtung anzeigen. Es läßt sich über die Bewegung der Fäden dann feststellen, an welcher Stelle der Tragflügel zuerst überzieht und wie sich die abgelöste Strömung anschließend über den Flügel ausbreitet.

Schon 2003 fanden erste Untersuchungen hierzu statt, als der Tragflügel des „Bocian“ der Akaflieg Dresden mit Wollfäden beklebt wurde und diese während des Überziehens von einer Videokamera aus dem hinteren Sitz gefilmt wurden. Es zeigte sich, dass der Blickwinkel für die Aufnahmen ungünstig war. 2005 stand nun der „Super Blanik“ der Akaflieg zur Verfügung, der nicht nur durch die Meßtechnik aus der Anströmwinkel-Messung zusätzliche Meßdaten liefern konnte, sondern auch eine bessere Kameraposition auf dem Höhenleitwerk erhielt. So wurde versucht alternativ mit einer hochwertigen S/W-Industriekamera oder zwei einfachen „WebCams“ das Bild der Wollfäden auf der Tragfläche aufzunehmen. Dabei zeigte sich, dass die WebCams für diesen Zweck ungeeignet sind.

Interessant auch die gewählte Methode der

Datenaufzeichnung: Das Bild der Kamera und die Daten der Meßanlage wurde auf dem Bildschirm eines Notebooks angezeigt und der komplette Bildschirminhalt vom Rechner „abgefilmt“, was in Datenmengen im Gigabytebereich resultierte!

Für die nun in digitaler Form vorliegenden Meßdaten ist eine rechnergestützte Auswertung im Rahmen einer Studienarbeit angedacht. Insbesondere der Vergleich mit den theoretisch zu erwartenden Vorgängen stünde dabei im Mittelpunkt. Um eine erweiterte Datenbasis zu erhalten, sollen die Versuche neben dem „Blanik“ auch mit dem „Bocian“ und dem „Pirat“ der Akaflieg Dresden fortgesetzt werden.

In Ergänzung der Messung der Leitwerksanströmwinkel gab der Vortrag von Peter Strohmer (Institut für Luft- und Raumfahrt, TU Dresden) „Theoretische Modellierung des Tragflügelabwindfeldes und seiner Wirkung auf das Höhenleitwerk“ einen weiteren Einblick.

Es wurden unterschiedliche Tragflügel-Geometrien mit drei verschiedenen Leitwerksanordnungen betrachtet:

- T-Leitwerk
- Kreuz-Leitwerk
- Normal-Leitwerk

d.h. eine hohe, eine mittlere und eine eher tiefe Leitwerksposition in Bezug auf den Tragflügel und dessen Nachlauf. Kurz zusammengefaßt ergab sich ein hoher Wirkungsgrad des Höhenleitwerks bei einem großen senkrechten Abstand (T-Leitwerk), großer Stromab-Position (lange Rumpfröhre) und bei einem Tragflügel mit geringer Tiefen-Änderung (geringe Zuspitzung, hohe Streckung).

Über den „Status der Flugleistungsvermessung beim Idaflieg-Sommertreffen“ referierte Falk Pätzold. 2005 war hierfür ein Jubiläumsjahr, denn mit der Gründung der Flugwissenschaftlichen Forschungsanstalt

München-Riem (FFM) im Jahr 1955 begannen die kontinuierlichen und systematischen Leistungsvermessungen von Segelflugzeugen und Motorseglern. Im vergangenen Jahr konnte also auf eine 50jährige Geschichte zurückgeblückt werden, die nicht zuletzt mit dem Namen Hans Zacher verbunden ist.

Pätzold stellte die Frage „Flugleistungsmessung für Wen und Wozu?“ und vergaß auch nicht die Emotionen, die manchmal(?) mit den Flugleistungsdaten verbunden sind.

Für die Ermittlung der Flugleistungen gibt es verschiedene Methoden. Auf dem Idaflieg Vergleichsfliegen gebräuchlich ist die Referenzmessung, d.h. das zu vermessende Flugzeug fliegt parallel zum „Urmeter“, und seine Leistung wird im Verhältnis zu diesem Urmeter ermittelt. Als „Urmeter“ dienten früher eine Ka-6, ein offener Cirrus und heute eine spezielle DG-300 mit 17m Spannweite, die sog. „Heilige“. „Heilig“ deswegen, weil dieses Flugzeug sehr genau untersucht wurde und jede Beschädigung an ihm seine - bekannten - Flugleistungen ändern würde. Damit wäre eine neue, zeit- und kostenaufwendige Kalibrierung dieses Urmeters notwendig.

Bis 2001 wurden die Flugleistungen durch die Photogrammetrie ermittelt, d.h. vom Verband der beiden Flugzeuge wurde am Anfang und am Ende jedes Meßpunktes ein Photo gemacht, diese anschließend ausgemessen und damit die Höhendifferenzen bestimmt. Mit den Höhendifferenzen, der Dauer des Meßpunktes (Zeitabstand der beiden Bilder) und der bekannten Polare der Heiligen DG kann die Polare des vermessenen Flugzeuges gezeichnet werden.

Seit den 90er Jahren wurde zunächst parallel, seit 2002 ausschließlich die sog. „Sensorische Meßmethode“ zur Ermittlung der Polare eingesetzt. Auch hierbei dient die DG-300/17 zur Kompensation der Störungen in der Atmosphäre.

Mit einer aufwendigen Meßtechnik und zwei PC104-gestützten Meßanlagen, von denen jeweils eine in der DG-300 und eine im zu vermessenden Flugzeug eingebaut wird, werden die Daten erfaßt. Grundlage für die Errechnung der Flugleistun-

gen sind statische Drucksensoren (Höhe) in beiden Flugzeugen und die horizontalen GPS-Geschwindigkeiten und die drei Raumkoordinaten des GPS (=Position) für die gegenseitige Beeinflussung.

Über die „Flugeigenschaftsuntersuchungen 2005“ berichtete Ronald Blume vom Luftfahrt-Bundesamt. Auf dem Idaflieg Sommertreffen 2005 wurde zum ersten Mal ein neues Auswerteformular eingesetzt, das - speziell für Flugzeuge ohne Wölbklappen - durch den Verzicht auf verschiedene Angaben übersichtlicher gestaltet werden konnte.

Von den 5 untersuchten Flugzeugen (ASW-28, Discus-2c, LS-10, Pik-20d, Phöbus) gab es 12 Protokolle, was einen Fortschritt zum vorangegangenen Jahr darstellt. Durch die Aufnahme der Daten in die vorhandene Datenbasis ergibt sich eine sich stetig verbessernde Grundlage für die Auswertung. Festzustellen war durch den Phöbus eine größere Bandbreite in den Aussagen zur Führerraumgestaltung, die bei modernen Mustern fast immer sehr ähnliche (gute) Bewertungen bekommt.

Einige Ausreißer in den gemessenen Werten lassen vermuten, dass die Einweisung der Meßpiloten noch nicht ausreichend ist. Auch eine Besprechung der Protokolle mit den Piloten vor Ort in Aalen-Elchingen sollte eine weitere Steigerung der Datenqualität ermöglichen.

Andre Jansen

1.12 Werkstattbericht 2005

Um die Euphorie gleich zu bremsen, von den neun neu aufgenommenen Aktiven des Jahres 2005 sind uns noch vier geblieben. Auch in diesem Jahr hat sich wieder gezeigt, dass das prinzipielle Interesse an der Akaflieg sehr groß ist. Zum Infoabend am Anfang der Wintersemester kamen in etwa 90 Studenten und an den folgenden Donnerstagen hatten wir meist auch weniger Stühle als Interessenten. Ca. 35 haben mit Baustunden angefangen und zum jetzigen Zeitpunkt sind noch gute zehn ernsthaft bei der Sache. 20 Aktive standen uns im Sommer zur Verfügung, im Winter durch Austritte und Beurlaubungen etwa 12. So war es in der arbeitsintensiven Zeit nicht immer leicht die Projekte am laufen zu halten, die Interessenten zu betreuen und eine vernünftige Winterwartung zu leisten. Zu den laufenden Projekten, zu denen es in diesem Jahresbericht separate Texte gibt, zählen der Wiederaufbau der AK-8, das ASTS, das DG-1000 Turbinen Projekt, der Aufbau der „Durlacher“ Winde und Vergleichsmessungen Stahlseil-Kunststoffseil.

Durch die vielen und bedauerlichen Zwischenfälle in der Flugsaison 2005, bei denen zum Glück nie jemand zu Schaden gekommen ist, hatte/hat die Aktivitas die Möglichkeit viel Praxis im Bereich Flugzeugreparatur bzw. -bau zu bekommen und so kommt es, dass die Meisten mittlerweile in der Lage sind, zumindest kleine Beschädigungen wieder instandzusetzen.

Die Betreuung und Versorgung der Interessenten mit Arbeit, die unsere kleine Gruppe mit Sicherheit stark beansprucht, lösten wir damit, dass wir im Winter die Werkstatträumlichkeiten renovierten. So war es uns möglich, viele von ihnen gleichzeitig sowohl in der Werkstatt für die Winterwartung und die Projekte, wie auch für die Renovierung einzusetzen.

Im Rahmen der Renovierung wurde ein Konstruktionsbüro eingerichtet und alle Räume gestrichen.

Die Winterwartung verlief problemlos, zwar haben einige Aktive ihre große Liebe entdeckt und so die Winterwartung „ihrer Schätzchen“ auf bis zu fünf Monaten ausgeweitet, aber im Hinblick darauf, dass wir bis Ende März alle Flieger fertig bekamen und die intensiv gewarteten Flieger im nächsten Jahr wohl mit einer deutlich kürzeren Wartungszeit auskommen dürften fällt eine Kritik an dieser Stelle weg...

Aktuell beschäftigen wir uns mit den letzten Ausläufen der Wartung, dem Aufbau der linken AK-8-Fläche und dem Herrichten eines neuen AK-5 und ASG 29 Anhängers.

Zusammenfassend haben wir 3500 Arbeitsstunden geleistet.

Lars Reichardt
Werkstattleiter 2005

1.13 Werkstattbericht 2006

Viele Arbeitsstunden für kleine Projekte

Auch dieses Jahr wurde lange überlegt, was nach unserer AK-8 kommen könnte. Doch im Vordergrund stand nach wie vor der Wiederaufbau der AK-8 sowie der Wieder- / Neuaufbau der "Durlacher Winde". Viele kleinere Projekte verschlangen die meisten Arbeitsstunden. Dazu kam, dass viele unserer Aktiven relativ neu bei der Akaflieg sind und deshalb erst die grundlegenden Dinge der Werkstattarbeit, angefangen vom Harzen bis hin zur Wartung von Flugzeugen, erlernen mussten / müssen. Somit kam es dazu, dass knapp 200 Arbeitsstunden nur mit verschiedenen Kursen bzw. mit Interessentenprojekten der Aktiven verbracht wurden.

Baustelle	Stunden
AK-5	222
AK-5b	50
AK-8	778
DG 500	199
DG 1000	208
ASK 21	248
Remo	48
AFK-3	153
”Durlacher“Winde	97
AK-5 Hänger	205
ASTS	91
E-Labor	92
versch. Kurse	198
Aka-Wiki	38
Rechner/Netzwerk	99
putzen/aufräumen	112
Fuhrpark	43
Flugplatz	147
Kasse/Abrechnungen	145
Vorstandsarbeit	900
sonstiges	214
gesamt	4287

Tabelle 1.1: Werkstattstunden 2006

1700 Stunden für Flieger

Der Flugzeugpark verschlang über 1700 Arbeitsstunden. Darin inbegriffen waren die kompletten Stunden, die der Wiederaufbau der AK-8 sowie das Herrichten der ASK 21 zum Verkauf benötigten. Unter dem Punkt E-Labor ist all das, was mit Elektronik, sowie die Herstellungen von verschiedenen Geräten zur Erleichterung späterer Elektronik-Projekte zu tun hat, aufgelistet. Die Arbeit am Flugplatz war auch im Blickpunkt. Gerade der Umbau der Boxen hat mit dem Vorbereiten der Stahlträger für das Fundament sowie die Hilfe auf der Baustelle knappe 150 Stunden benötigt. Unter Sonstiges wurde in der Übersicht alles zusammengefasst, was nicht in die anderen Gruppen zugeordnet werden konnte. Darunter fällt zum Beispiel die Organisation der Schulungslager. Der AK-5 Hänger der auch dieses Jahr etliche Stunden an Arbeit verschlang, ist jetzt aber zum Großteil fertiggestellt.

15 Neue

Interessenten haben wir dieses Jahr etwa 15, die großes Interesse zeigen sich in die Aktivengruppe einzubringen. Unter anderem wurde damit begonnen, einen neuen Startwagen für den Flugplatz zu bauen. Dies ist gerade für die Interessenten ein Projekt, an dem sie auch ohne große Vorkenntnisse und auch selbstständig arbeiten können. Dies erleichtert ungemein den Einstieg in die Gruppe, da nicht immer nach neuen, oftmals nur sehr kleinen, Arbeiten gesucht werden muss.

Insgesamt kann das Jahr 2006 als erfolgreich bezeichnet werden, da einige größere Hürden in den unterschiedlichen Projekten überwunden wurden. Viele kleine Vorbereitungsarbeiten konnten abgeschlossen werden, so dass es Anfang nächstes Jahres gerade in Bezug auf die AK-8 sowie die Winde deutlich voran gehen wird.

An dieser Stelle möchte ich unserem festangestellten Werkstattleiter Chris Grams der uns in wichtigen Fragen und Arbeiten unterstützt hat, herzlich danken. Ein weiteres Dankeschön geht an unsere Aktiven Mitglieder, die durch ihren Einsatz und ihre geleisteten Arbeitsstunden die Projekte vorantreiben und die Akaflieg maßgeblich unterstützen.

Boris Schneider
Werkstattleiter 2006

Kapitel 2

Flugbetrieb

2.1 Schulungsbetrieb 2005

Frühjahrschulungslager

Sechs Interessenten hatten rechtzeitig zum Frühjahrsschulungslager die magischen 100 Stunden erreicht und nach mehr oder weniger großem Aufwand ein gültiges Medical in der Hand, jetzt konnten wir endlich mit der praktischen Flugausbildung beginnen. Ziemlich pünktlich um 9 Uhr trafen wir uns in der Werkstatt, Gäste von anderen Akafliegs hatten wir dieses Jahr nicht bekommen, also blieb es bei uns sechs neuen und natürlich den bereits aktiven Mitgliedern, sowie einigen Alten Herren und so fuhren wir raus zum Flugplatz. Nachdem alles aufgebaut und vorbereitet war, konnten wir zum ersten Mal vorne in der ASK-21 Platz nehmen und die ersten Platzrunden fliegen.

In der ersten Woche ging es auch noch ganz gut los, mit teilweise Sonnenschein und gar nicht so schlechter Thermik waren sogar längere Flüge möglich, allerdings war die zweite Woche um so schlimmer und durch den vielen Regen praktisch nicht fliegbar.

Trotz dieses Mankos war es ein recht nettes Lager, schließlich konnten wir Neuen die erste Flughafenluft schnuppern, uns an das Warten auf besseres Wetter gewöhnen und endgültig in das Rundensystem der Akaflieg eingeführt werden...

Thies Johannsen

Pfingstschulungslager

Drei Tage Regen und Kälte und dann...

Dieses Jahr war vielleicht nicht unbedingt das geglückteste aller Pfingstlager, dennoch hatten wir viel Spaß: Nach anfänglichen Diskussionen über den diesjährigen Veranstaltungsort entschied man sich letztendlich für den Segelflugplatz „Klippeneck“ auf der Schwäbischen Alb. Dieses Gelände bot uns nämlich die Möglichkeit unsere eigene Winde mitbringen zu können, da genug Schleppstrecken zur Verfügung standen. Außerdem konnten wir unsere Zelte direkt auf dem Flugplatzgelände aufstellen. So waren die besten Voraussetzungen für ein super Pfingstlager gegeben.

Als dann nach und nach alle mit ihren Autos und Fliegern (darunter auch unsere gerade noch rechtzeitig gelieferte DG 1000) zum Flugplatz hinaufgekrochen kamen, war schnell klar, dass dieser verdammt hoch lag. Es war ziemlich kalt, es regnete, die Wolken hingen zum Greifen nah und der Nebel war so dicht, dass wir nur mit Mühe unseren improvisierten Zeltplatz erkennen konnten. Leider änderte sich am Wetter in den ersten Tagen überhaupt nichts. Bereits nach der ersten Nacht, in der Fühltemperaturen um den Gefrierpunkt herrschten und der Regen nicht aufhörte, verdarb es so manch einem das Frühstück. Zu allem Überfluss musste dieses nämlich im Freien stattfinden, da die Stangen des großen Küchenzeltes irgendwie in Karlruhe liegen geblieben waren. Somit stand alles, angefangen vom Herd, über



Abbildung 2.1: *Start frei für die neue DG-1000 der Akaflieg Karlsruhe!*

Kühlschrank bis hin zu den Biertischen, die ersten Tage im Regen.

... kam langsam die Sonne

Da wir unsere Zelte unter Bäumen aufgestellt hatten, sammelte sich der Regen und die Nebeltropfen permanent zu schönen großen Wassertropfen auf den Blättern. Diese durchnässten durch und durch alles was wir dabei hatten. Kurze Regenspauzen ließen an den ersten Tagen gerade mal ein paar Starts zu. Nach drei Tagen hatten die ersten nichts Trockenes mehr zum Anziehen und fuhren vor Frust nach Hause. Erst am vierten Tag kam die Erlösung: Der Nebel verzog sich und ganz langsam kam die Sonne zwischen den Wolken zum Vorschein. Allmählich schaffte sie es uns wieder aufzutauen, so dass wir voller Vorfreude die Flieger zum Start rollen konnten. Der ein oder andere kleine Schauer der nächsten Tage lies dann die Stimmung nicht mehr sinken.

Ökomäher gegrillt..

Einer der abendlichen Höhepunkte war wohl, einen dieser biologischen Flugplatzrasenmäher zu verspeisen. Es war echt beeindruckend, wie jeden Tag vor und nach dem Flugbetrieb ein Schäfer aus dem Nichts auftauchte und eine riesige Schafherde über das

Gras des weitläufigen Flugplatzgeländes herfiel. Leider sorgten diese nicht nur für kurzes Gras, sondern hinterließen auch so manche „Tretmiene“. Um dies ein wenig zu reduzieren, bestellten wir gleich mal ein solches Schaf fürs Abendessen. Natürlich wurde es dann von uns äußerst fachmännisch in kleinen Stücken auf den Grill gelegt. Trotz größter Anstrengung schafften wir es aber nicht alles aufzuessen.

Leider war dieses Jahr wieder niemand dabei, der im Pfingstlager freigeflogen ist. Am letzten Wochenende kamen jedoch einige Flugschüler so richtig auf ihre Kosten: Da uns zwei Doppelsitzer zur Schulung bereitstanden und immer genug Fluglehrer da waren, konnte jeder einige Starts sammeln oder auf seine ersten Erkundungsflüge außerhalb des Flugplatzbereiches gehen. Ein besonderer Dank geht hiermit auch noch an „Brause“, der uns als ehemaliger Akaflieger am Klippeneck empfangen hat und mit Rat und Tat zur Seite stand.

Boris Schneider

Herbstschulungslager

Wie schon die letzten Jahre fand das Idaflieg Herbstschulungslager auch dieses Jahr wieder in Karlsruhe während der letzten zwei Wochen vor Vorlesungsbeginn statt. An

Flugzeugen standen uns unsere DG-1000, ASK-21 und AK-5b zur Verfügung und es war auch jeden Tag mindestens ein Fluglehrer anwesend; an dieser Stelle nochmal vielen Dank dafür. Am Samstag kamen unsere ersten Gäste, drei Akaflieger aus München, und es konnte bei bestem Wetter, welches für die nächsten eineinhalb Wochen anhalten sollte, mit dem Flugbetrieb begonnen werden. Die Münchener hielten es leider nicht sehr lange bei uns aus und haben uns bereits am Montag wieder verlassen, wurden allerdings von zwei Braunschweigern und einem Darmstädter Akaflieger ersetzt. Nach einem mehr oder weniger gemeinsamen Frühstück, abhängig davon, wie pünktlich man sich nach den doch recht lustigen Abenden aus dem Bett gequält hat, sind wir morgens zum Flugplatz rausgefahren, um festzustellen, dass selbiger in dichtestem Nebel liegt und wir den Beginn des Flugbetriebs auf nach 12 Uhr verschieben müssen. Nachdem sich der Nebel aufgelöst hat, war allerdings jeden Tag bestes Wetter, auch wenn es thermisch doch recht mau war und Flüge von deutlich mehr als fünf Minuten relativ selten waren. Insgesamt verliefen die Tage dann ziemlich ähnlich. Begonnen wurde mit dem Frühstück in der Werkstatt und, nachdem wir uns mit dem morgendlichen Nebel abgefunden haben, sind wir dann gegen Mittag aufgebrochen, haben sowohl das Fliegen als auch die Herbstsonne genossen und ganz nebenbei die noch-nicht-olympischen Windenspiele entwickelt, um auch die Windenfahrer bei Laune zu halten. Bedingt durch die kurzen Flugzeiten hat Pinguin es sich nicht nehmen lassen, ein Messprojekt zu starten, um die Unterschiede in der Schlepphöhe zwischen Stahl- und Kunststoffseil zu ermitteln. Nach einem gelungenen Flugtag durfte ein gutes Essen selbstverständlich nicht fehlen und so wurde Abends gegrillt, gekocht (hier fehlten dann die Münchener Spitzenköche) oder sogar Essen gegangen, was aber die Ausnahme war, und anschließend boten sich aufgrund der angefallenen Runden noch ausreichend Gelegenheiten auf die Erlebnisse des Tages anzustoßen. Glücklicherweise stand das



Abbildung 2.2: SG-38 beim Abfliegen zum Ende des Herbstschulungslagers

Quad während des gesamten Lagers in der Werkstatt und natürlich hat es sich niemand nehmen lassen, ausgiebige Probefahrten mit dem neuen Gefährt zu machen. Erstaunlicherweise gab es keine Verletzten, einzig einen Waschstraßengutschein für ein äußerst ungünstig geparktes Auto haben wir gesponsort. Anfang der zweiten Woche hatten sich schließlich alle Lagerteilnehmer freigezogen. Selbstverständlich haben wir es uns nicht nehmen lassen das Sitzfleisch ordentlich zu sensibilisieren und natürlich den Werkstattkran wieder zum Einsatz zu bringen. Leider hat das Fahrwerk der DG-1000 einer harten Landung am Montag nicht standgehalten und so hatten wir dann einen Doppelsitzer weniger. Am Dienstag durfte sich dann auch die AK-5b noch über zwei neue Piloten freuen, rechtzeitig bevor am nächsten Tag das Wetter leider umgeschlagen hat und wir

am Mittwoch den Flugbetrieb schon nach vier Starts wegen Regen einstellen mussten, was dann auch das Ende des diesjährigen Herbstschulungslagers bedeutete. Alles in allem war es ein wirklich erfolgreiches Lager, auch wenn wir nur eine sehr kleine Gruppe waren, so war die Stimmung jederzeit sehr gut und wir hatten die Tage einen riesen Spaß. Aufgrund der fehlenden Thermik ist auch fliegerisch wohl niemand zu kurz gekommen und vier neue Alleinflieger sprechen schließlich auch für sich.

Thies Johannsen

2.2 Schulungsbetrieb 2006

Frühjahrschulungslager

Und endlich ist es wieder so weit, dass die Saison anfangen kann. Sowohl Interessenten wie auch Aktive bemühen sich, in der Werkstatt ihre noch nötigen Arbeitsstunden zu machen, so dass man von Anfang an in die Luft darf. Die Medicals wurden schon besorgt, Winterwartungen kamen zu einem Ende und das Wetter wurde Tag für Tag besser. Dieses Jahr fand unser FrüSchuLa vom 8. bis zum 23. April statt. Gleich am ersten Wochenende machten die Scheinpiloten ihre Überprüfungsstarts, um jeden folgenden Thermik-Tag ausnutzen zu können. Die Ausbildungspiloten durften zunächst warten und am Flugbetrieb mithelfen und die Interessenten durften sie sich mit den Gewohnheiten des Segelflugplatzes vertraut machen. Wie am Anfang jeder Saison, fing der Flugbetrieb träge an, wenige Starts pro Tag, lange Wartezeiten bis die Flugzeuge zurück zum Start geholt wurden, extrem lange Zeiten um nach einen Seilriss diesen zu flicken. Man merkte, der Winter war gerade erst vorbei. Aber im Laufe der Woche, nachdem man in Routine gekommen ist und die Tage sonniger und wärmer wurden, hat das Fliegen wirklich Spass gemacht. So war erst die zweite Woche ein voller Erfolg. Thermikmäßig gab es gute Tage und jeden Tag war ein Fluglehrer bereit zu schulen, so dass jeder Pilot mindestens einen Flug über eine

Stunde machen konnte. Unsere Interessenten waren von Anfang an sehr begeistert und merkten, dass die vielen Arbeitsstunden sich gelohnt hatten. So verging die Zeit, unser erstes Lager war vorbei und man freute sich auf eine schöne Flugsaison, mit guten Starts, Landungen und langen, erfolgreichen Überlandflügen. Einige Ausbildungspiloten träumen von ihren ersten Alleinflügen und andere hoffen, bis Ende der Saison ihren Schein machen zu können.

Sebastian Schreier

Pfingstschulungslager

Auch in diesem Jahr wollte die Akaflieg Karlsruhe schauen, wo es sich denn besser fliegen lässt als daheim. So entschieden wir uns, unser Pfingstlager in Bartholomä bei der Akaflieg Stuttgart zu verbringen. Neun Tage lang genossen wir gemeinsam das hervorragende Wetter und tauschten die besten Akafliegrezepte aus.

Isabelle Wolff und Michael Jankowic übernahmen die Planung des Lagers. Ganz ohne Hektik trudelten am Wochenende gut 12 Piloten der Karlsruher Akaflieg ein. Mit im Gepäck waren die AK-5, die AK-5b, die ASK-21, die DG-1000 und die AK-1.

Gemeinsam mit den am Ort ansässigen Vereinen begann pünktlich um 9 Uhr der Flugbetrieb, der sich dann auch meist bis 20 Uhr hinzog. Während dieser Zeit hieß es im Akkord in die ASK-21 oder DG-1000 einsteigen und schulen. Es kam zwar zu keinen Alleinflügen, doch durften manche zum ersten Mal mit der AK-5b fliegen.

Es hieß allerdings auch Abschied nehmen von unserer ASK-21. Zwei Wochen nach Ende des Lagers wurde sie ihren neuen Besitzern übergeben. So flogen also alle munter die letzten Flüge in diesem Flugzeug; zahlreiche hatten auf der ASK-21 ihre ersten Alleinflüge absolviert. Vom Beginn der Fußballweltmeisterschaft ließen wir uns nicht ablenken. Den Piloten der DG-1000 fiel beim Streckenflug allerdings auf, dass ab 15 Uhr die Anzahl an Flugzeugen am Himmel rasant abnahm - mehr Platz für uns!



Abbildung 2.3: In Bartholomä hieß es Abschied nehmen von „Caroline“

Nach neun durchgeflogenen Tagen, vielen, vielen Schulungsflügen und allabendlichen Versuchen, das Essen des vorherigen Tages zu toppen, zogen wir wieder von dannen. Bartholomä ist uns allen in bester Erinnerung geblieben. Nicht zuletzt wegen der wunderbaren Landschaft, sondern auch wegen der Gastfreundschaft unserer Stuttgarter Kollegen.

Thibault Bautze

Herbstschulungslager

Wer es genau wissen möchte...

...das Projekt AK-9

Der DAeC und diverse seriöse Fachmagazine weisen regelmäßig daraufhin, dass ein Pilot nur vollkommen gesund und fit in sein Flugzeug einsteigen und fliegen sollte. Gerade von der Fitness des verantwortlichen Flugzeugführers hängt die Flugsicherheit im Segelflug höchstgradig ab. Die Fitness eines Menschen ist gegeben durch:

- ausreichend Schlaf
- regelmäßiger sportlicher Aktivität
- regelmäßiger Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme

Die Akaflieg Karlsruhe hat in einer Selbststudie festgestellt, dass nach einem Flugbetriebstag auf dem Flugplatz gerade die ausreichende Nahrungsaufnahme durch die Piloten meist nicht mehr gegeben ist, da

während des Flugbetriebs häufig subjektiv wichtigere Dinge vom Essen abhalten. Ist der Flugbetriebstag Glied einer mehrtägigen Kette (HeSchuLa, Pfingstlager etc...), kann dies gravierende Konsequenzen für die Flugsicherheit haben, die eigentlich nicht mehr vertretbar sind.

Um diesem Prozess wirksam entgegenzusteuern hat die Akaflieg Karlsruhe die Selbststudie in Hinblick auf das Entwickeln und Erproben von Strategien zur Verbesserung der Nahrungsaufnahme und damit der Flugsicherheit erweitert. In einem ersten Schritt wurde von ein paar Interessenten ein so genannter „Kohlegrill“ entwickelt, konstruiert und gebaut. Zweck dieses Geräts ist es, mariniertes Fleisch und Gemüse schnell, wirksam, effektiv und kostengünstig von der Rothen in eine für den Menschen verdauliche Form umzuwandeln. Nach einigen Testläufen wurden die Ergebnisse von Experten begutachtet und für ausreichend gut befunden. Im zweiten Schritt folgte der Praxistest beim diesjährigen Herbstschulungslager. Das Herbstschulungslager der Idaflieg findet jährlich im Herbst bei der Akaflieg Karlsruhe statt und ist ein Musterbeispiel für eine Kette von Flugbetriebstagen, bei denen eine ausreichende Flugsicherheit durch ausreichende Nahrungsaufnahme der Piloten häufig nicht mehr gegeben ist. Um diesem Effekt nun entgegenzuwirken hat die Akaflieg Karlsruhe an mehreren Tagen des Lagers den neu entwickelten Kohlegrill abends nach dem Flugbetrieb zur Nahrungsbereitung ein-

gesetzt. Nach dieser mehrtägigen Testreihe lässt sich sagen, dass die Studie, welche nun von den Akafliegern als ihr Projekt „AK-9“ bezeichnet wird, erstaunlich erfolgreiche Ergebnisse brachte. Bei der Testreihe wurde insbesondere auf folgende Subjekte geachtet:

- Die zehn Teilnehmer auswärtiger Akafliegs
- Die Mü 17 aus München
- Den Duo Discus X (mit „Sonderklappen“) aus Darmstadt
- Die anwesenden Karlsruher Akaflieger

Die erstaunlich guten Ergebnisse waren:

- Vier erfolgreiche A-Prüfungen
- Zwei neue Flugleiter
- Ein neuer Windenfahrer
- Nur ein Tag, an dem wetterbedingt kein Flugbetrieb stattfand

Die Mitglieder der Akaflieg Karlsruhe sind zufrieden über das gelungene HeSchuLa und danken allen Teilnehmern, insbesondere Fluglehrer Holm Friedrich aus Hannover für seinen täglichen Einsatz und Michael Janowicz für die sehr gute Organisation. Der Projektleiter ist sich sicher, dass das Konzept sehr bald von der Industrie übernommen wird.

Christoph Martens

2.3 Segelkunstfluglehrgang der IDAFLIEG 2005

Die Voraussetzungen für den 24. Kunstfluglehrgang der Idaflieg hätten besser nicht sein können. Mit einem Flugschüler-Lehrer-Verhältnis von zwei waren zwölf hoch motivierte und magenfeste Teilnehmer am 30. September nach Neresheim gekommen, um



Abbildung 2.4: Fluglehrer Holm in der Mü17

sich in neun Tagen die Kunstfluglizenz zu erfliegen. Eine DG-1000 der Münchner Akaflieg, Caroline die Karlsruher ASK21 und eine LO100 standen zur Verfügung, um Turns, Rollen und Abschwünge zu trainieren.

Neben jeder Menge Vorfreude hatten die Teilnehmer allerdings auch sehr viel schlechtes Wetter im Handgepäck. Dies machte den Frischgebackenen Lehrgangleiter Marc Bröckelmann („H1“ Akaflieg Braunschweig) keineswegs nervös, denn aller Anfang besteht aus grauer Theorie und verlangt nicht unbedingt nach strahlendem Sonnenschein. Außerdem waren ja noch acht weitere Tage eingeplant. Doch nach dem vierten Theorietag in Folge und sehr bescheidenen Wettervorhersagen, sank die Motivation der Truppe doch gewaltig. Die Zeit wurde dann aber mit „Stromberg“-Sessions, Skatspielen und einigen Biergelagen sinnvoll genutzt. „Es wird doch nicht der erste Lehrgang der Idaflieg sein, der wegen des Wetters nicht zu Ende gebracht werden kann?“

Als am Mittwoch Mittag dann allerdings die Herbstsonne ihre Muskeln spielen ließ und die Wolken größtenteils verscheuchte, wur-

den die Neresheimer Fliegerkameraden Zeugen des schnellsten Startaufbaus aller Zeiten und jeder der Idaflieger kam in den Genuss von einem Flug in Rückenlage. Der darauf folgende Tag konnte voll genutzt werden und somit schien alles wieder nach Maß zu laufen. Doch der nächste Morgen zeigte mit dichtem Hochnebel, der sich erst am späten Mittag auflöste, wie es wohl auch in den kommenden Tagen sein würde. So kamen die meisten der Teilnehmer noch zu einem Soloflug auf der LO100 und damit war zumindest ein Teilerfolg der Ausrichter geschafft: „Die Sucht nach Kunstflug wecken!“

Leider konnten die letzten zwei Tage fliegerisch nicht mehr genutzt werden und so waren alle mit etwa zweieinhalb Flugstunden weit von den geforderten fünf entfernt. Deshalb trafen die Fluglehrer die Entscheidung, den Kunstfluglehrgang im kommenden Jahr zum Abschluss zu bringen und den Termin, wenn möglich, noch in den September zu legen.

Wir, Lars Reichardt, Matthias (Wolke) Wolf und Richard (Richie) Paul bedanken uns für die tolle Organisation von Ben Seifert und bei den Fluglehrern Marc (H1) Bröckelmann, Peter (WP) Wanschura, Thomas (Sandsack) Sandmann, Helmut Müller und Jan (Schlaubi) Falkenberg.

Richard „Richie“ Paul

2.4 Überlandflug

Nachdem lange Jahre das Überlandfliegen der Aktivitas fast geruht hat, begann im letzten Jahr wieder eine Saison, die auf bessere Zeiten hoffen ließ. Durch die glückliche Situation mit einigen Scheininhabern die Aktivitas auffüllen zu können, entstand ein zwar noch junges, unerfahrenes aber dennoch williges Team. So kam es, dass wir Anfang 2005 auf dem Idaflieg Alpenlager einkehrten und dort Erfahrung im Alpensegelflug und einige Flüge zwischen 300 und 500 km sammeln konnten. Jens verliebte sich in die Ak-5 und flog von Rheinstetten aus mehrmals über 400 km. Saisonabschließend

gönnten wir es uns nochmal, die neue DG-1000 nach Kamenz zu entführen. Überraschender Weise gelang uns ein Direktflug Rheinstetten-Kamenz und so schafften wir im letzten Jahr auch die 550er Marke von Rheinstetten aus zu durchbrechen. Für die Saison 2006 wurde unser Team erneut verstärkt und wir blicken in eine erwartungsvolle Zukunft, zudem planen wir die Teilnahme an mehreren Qualifikationsmeisterschaften in der Club- und Doppelsitzerklasse und freuen uns auf die ASG-29, die unseren Flugzeugpark mit Sicherheit bereichern wird.

Lars Reichardt

2.5 Fliegen in den Alpen

2005 und...

Dass sich die Bergfliegerei vom Fliegen im Flachland sehr unterscheidet, war bekannt. Dass wir in genau dieser Disziplin geschult werden sollten, damit hatten wir auch gerechnet, als wir uns aufmachten nach Königsdorf zum Alpenfluglager der Akaflieg München. Doch unsere schon nicht gerade leichtsinnigen Erwartungen wurden bei Weitem übertroffen, als uns das Panorama schon von Weitem den Atem raubte! In den vielen Vorträgen der Münchener hörten wir dann von sich schnell ändernden Wetterbedingungen, von teilweise heftigen Gewittern, Fliegen in Bodennähe und wenigen Außenlandemöglichkeiten. Wir waren also gewarnt und heiß auf den Praxistest. Die zwei engagierten Trainer, die uns die Münchner für das rundum hervorragende Fluglager bereitgestellt hatten, konnten uns, Gott sei Dank, auch aus so mancher verzwickten Situation wieder „herausbasteln“. Aber zurück zum Anfang: Untergebracht waren wir in der Akaflieg-Halle auf dem Flugplatz in Königsdorf, ca. 10 F-Schlepp-Minuten nördlich des Blomberg, also mitten in bester Umgebung für ausgedehnte Alpenflüge. Die sechs ansässigen Vereine teilen sich eine Start- und Landebahn und eine Windenschleppstrecke. Es war also nicht verwunderlich, dass sich an „Hammertagen“ schon mal 50 oder mehr

Flugzeuge in die Schlange stellten und auf den Start warteten.

Wir - Lars, Tatino und ich - waren mit der DG-500 vom Klippeneck aus angereist, wo gerade unser Pfingstschulungslager zu Ende gegangen war und hatten das Ziel, möglichst viele Flugstunden zu sammeln. Lars und ich wollten die akaflieg-interne Alpenflugberechtigung erlangen, für die 40 Flugstunden vorgeschrieben sind, in denen man entweder in Flugplatznähe oder mit einem erfahrenen Alpenflieger an Bord, die Bergfliegerei kennen lernt. Wir wollten abwechselnd fliegen und als Rückholer für den Fall einer Außenlandung des Anderen bereit stehen. Tatino hatte den Platz des Co- Piloten gebucht.

Nach dem Eingangsbriefing, bei dem wir mit aktuellem Kartenmaterial, Außenlandekatalogen, dem Ablauf am Flugplatz sowie der lokalen Luftraumstruktur vertraut gemacht worden waren, ging es, Dank dem guten Wetter, am nächsten Morgen gleich los. In eher zufällige Gruppen eingeteilt und mit je einem Trainer ausgestattet flogen wir los, sobald sich eine ausreichende Zahl von Flugzeugen in Abflughöhe in der Nähe des Blomberg gefunden hatte.

Wie gesagt, wir waren schon vom Panorama der Anreise beeindruckt, aber - ohne schwärmen zu wollen - was uns dann geboten wurde war atemberaubend. Mit jedem Kilometer, den wir weiter in die Alpen flogen, wurden die Berge höher, stieg die Wolkenbasis und damit die Flughöhe. Die Flugstrecken waren im Vergleich zu dem, was wir aus Karlsruhe gewohnt sind phenomenal - wir kamen im Osten bis über Zell am See, im Westen bis nach Zernez im Inntal. Und das als Alpen- Neulinge und ohne ein allzu großes Außenlanderisiko einzugehen. Gut, zugegeben, wir hatten einen Trainer dabei und in der gleichen Woche wurden im gleichen Gebiet mehrere 1000km- Flüge geflogen, aber hey - in den Alpen ist alles größer!

Unserem unerschämten Glück mit dem Wetter verdanken Lars und ich jeweils 20 Flugstunden, obwohl wir uns ein Flugzeug teilen mussten und sind so beide der ersehnten Berechtigung ein Stück näher.

Gelernt haben wir in Königsdorf unter Anderem:

- dass es nach tollen Steigwerten den Tag über auch mal ordentlich runter gehen kann und dann plötzlich ein Berg im Weg steht, den man den ganzen Tag nur von ganz weit oben betrachtet hat. Da hilft nur tapfer Hangfliegen und im Zweifelsfall eine Wiese zum Landen parat haben.
- dass es einen Grund hat, dass sich Piloten auch im Sommer dicke Winterstiefel und lange Hosen anziehen, bevor sie ins Flugzeug steigen - in 4000m Höhe ist es saukalt!
- dass der Versuch, die Routine eines erfahrenen Trainers mit der besseren Gleitzahl wett zu machen, hoffnungslos ist.
- dass es in den Alpen unglaublich viele Berge mit unglaublich vielen Namen gibt, die man sich unmöglich alle merken kann.
- dass Teebeutel (=Gleitschirmflieger) viel zu langsam und einfach immer im Weg sind.

Am Abend vor der Abreise fand die Flugzeugtaufe der DG-1000 der Akaflieg München und des Antares (da hat wohl jemand zu viel Geld) eines ihrer Alten Herren statt. Dieser Anlass wurde mit einem 5 Sterne Menü gefeiert - ja, so mögen wir das!

Alpenfliegen ist nicht ganz ohne. Nachdem man seinen Fluglehrer jedoch zu Risiken und Nebenwirkungen befragt und den Außenlandekatalog verinnerlicht hat, ist es ein tolles Erlebnis, dem nichts im Wege steht.

P.S.: Für mich waren es auch die ersten Flüge mit dem Kollisions- Warnsystem FLARM. Ich habe das Gerät als keinen Falls störend empfunden, auch wenn es bei allzu engem Kreisen das ein oder andere Mal Alarm gegeben hat. In



Abbildung 2.5: Die DG-500 über den Alpen

diesen Situationen war aber auch Vorsicht geboten, wirklich kritische Momente, in denen wir einen Alarm gebraucht hätten, gab es aber zum Glück nicht.

..2006

Was macht ein Segelflieger, der seine Piloten-Ausbildung hinter sich hat, und jetzt nach neuen Herausforderungen sucht? Er wählt sich einen gemütlichen Flugplatz in einer der besten Segelflug-Regionen Europas, hängt einen Flieger an und fährt los. Ein mögliches Ziel sind die französischen Seealpen und genau dort haben viele unserer Mitglieder auch in diesem Jahr wieder Urlaub gemacht.

Der Flugplatz in La Motte du Caire bietet, was ein Segelflieger sich wünscht: einen Rund-Um-Sorglos-Service mit Camping, Windenfahrer, Flugleiter, Wetterinformation, etc. So ist es nicht verwunderlich, dass die DG-500V der Akaflieg Karlsruhe regelmäßig dort zu Besuch ist. Im Jahr 2006 hat sie mit wechselnden Besatzungen stolze 204:50 Flugstunden an 45 Tagen erfliegen. Man startet im Windenstart, fliegt den nächstgelegenen Hang an - den so genann-

ten „Hausberg“ - und steigt im Aufwind nach oben. Dann fliegt man weiter, so weit die Thermik trägt. Und dass die Thermik weit trägt haben Fux und Ralf dieses Jahr bewiesen: beide schafften ihren ersten 800km-Flug! Das Fluggebiet erstreckt sich von den Gletschern des Alpen-Hauptkammes bis zum Mittelmeer. Die Motive für Schnappschüsse sind nahezu unendlich und wer die Gegend selbst einmal überfliegt, ist sofort fasziniert. Gelandet wird dann am Abend. Oft steht die Sonne schon tief am Horizont, wenn die Piloten den letzten Rest Thermik auskosten, um nach Hause zurück zu fliegen. In der Regel gelingt dies und so steht einem reichhaltigen Abendessen nichts im Wege.

Am Ende eines Flieger-Urlaubs in Südfrankreich bleiben viele Flugstunden, Berge von verspeisten Crevetten, unzählige Schnappschüsse, noch mehr faszinierende Erinnerungen und der dringliche Wunsch, im nächsten Jahr wieder zu kommen.

Moritz Kast

Kapitel 3

Persönliches



Abbildung 3.1: *Glückliche Gesichter*

3.1 Die Akaflieger Hochzeit 2005

Die letzte große Prüfung war erfolgreich bestanden: Wer es schafft, 6 Monate zusammen mit dem Motorrad durch Südamerika zu fahren und sich dabei ein Zelt zu teilen, ohne Streit zu bekommen, kann sich auch an die Herausforderung einer Ehe wagen... Haben sich die beiden wohl so oder so ähnlich gedacht. Am 26. Februar wurde jedenfalls vor dem Stefanien„bad“ kräftig Geschirr zerdeppert. Drinnen konnte man bei Spanferkel und anderen kulinarischen Köstlichkeiten

viele Leute aus Antjes und Burkhardts vergangenem und jetzigem Leben freudig begrüßen. Leute, die man teilweise eine Ewigkeit nicht mehr gesehen hat.

Am 12. März wurde es dann richtig ernst. Vor dem Standesamt hatte sich während der Trauzeremonie eine riesige Fan-Gemeinde aus Freunden, Kollegen und Akafliegern angesammelt. Und als die Beiden dann endlich frisch vermählt die Treppe hinunter schritten, kannte der Jubel keine Grenzen mehr. Djembé-Trommler HPK muss zufällig einen Regentanz-Rhythmus erwischt haben, denn als die Beiden sich gerade mit einer Schere durch ein großes Herz durchgeschnitten hatten, fing es an zu donnern, zu graupeln und zu schneien. Somit ging durch den Verdünnungseffekt wenigstens der Sekt nicht zur Neige und wurde zudem auch noch bestens gekühlt. Leider konnten wegen der Naturgewalten die beiden, auf dem Heduhänger ebenfalls frisch miteinander verheirateten AK-5-Rümpfe nicht, wie vorgesehen, zum standesgemäßen Abtransport der Brautleute verwendet werden. Beim Weingut Hochdörffer in Nußdorf zeigte sich das Wetter schon wieder von seiner besten Seite, so dass für den Aufstieg der besten Wünsche an das Brautpaar mittels „99 Red Balloons“ CAVOK gemeldet werden konnte. Der Höhepunkt der Kaffeetafel war sicherlich die köstliche Hochzeitstorte, mit, wie könnte es anders sein, zwei BMW-Mopeds oben drauf. Der anschließende Spaziergang bei herrlichem Vorfrühlingssonnenschein war bitter notwendig, um am Abend beim Rest der kulinarischen Köstlichkeiten nicht zu früh die

Waffen strecken zu müssen.

Die Tanzfläche wurde von Antje und Burkhard standesgemäß mit Tschaikowskis Schwanensee-Walzer eröffnet. Anschließend heizte DJ HPK mit Standardtanz-Latein-Weltmusik-Disco-Rock-Mix dem tanzwütigen Publikum kräftig ein. Dazwischen gab es zahlreiche Showeinlagen, köstlich z.B. die Verleihung eines Regenschirms oder der Test, wie gut sich die Brautleute gegenseitig kennen, mittels Schuh-Anzeiger.

Unvergessen bleibt auch, wie aus aufgeschnittenen Papprollen und den im Kreis stehenden Hochzeitsgästen kurzerhand eine Kugelbahn entstand, auf der Tennisbälle kreisten. Plötzlich ging das Licht aus, und zu Steppenwolfs „Born to Be Wild“ kamen statt der Tennisbälle kleine mit LED's beleuchtete Motorräder ins Spiel.

Einen weiteren Höhepunkt des Abends setzte Ralf mit einem wunderschönen Feuerwerk, das sich im Teich des Hofes spiegelte. Wir bedanken uns für das herrliche Fest und wünschen Antje und Burkhard für die Zukunft alles Gute!

Hans-Peter „HPK“ Kummer

3.2 Leistungen besonderer Art

So schaffte/schafften:

- Lars und Wolke den Kunstflugschein
- Boris, Sebastian, Tüte, Thies und Miniπ den Alleinflug
- Markus den Schein
- Michael Jankowic eine Bauchlandung mit der DG-1000
- Tatino den Platz umzupflügen
- die AK-8 ein Eigentor
- Jens 100 Baustunden in drei Wochen
- Pinguin, 15 km weit zu kommen
- die Mitgliederversammlung eine ASG-29 herbei



Abbildung 3.2: Höhenflüge in Kamenz...

Kapitel 4

Who's who in der Akaflieg

1. Ehrenvorsitzender

Prof. Dr.-Ing. Otto Schiele, Neustadt/Weinstraße

2. Ehrenmitglieder

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Heinz Draheim, Karlsbad

Prof. Dr.-Ing. Karl-Otto Felsch, Karlsruhe

Prof. Dipl.-Ing. Georg Jungbluth, Karlsruhe

Dipl.-Ing. Franz Villinger, Leonberg

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Weule, Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Sigmar Wittig, Köln

3. Vorstand

Der Vorstand für die Amtsperiode vom 1. Juli 2004 bis zum 30. Juni 2005 setzte sich zusammen aus:

1. Vorsitzender	stud. mach. Moritz Kast
2. Vorsitzender	stud. mt. Andreas Rosowitsch
Schriftführer	stud. wi.-ing. Markus Rüb
Kassenwart im Rechnungsjahr 2005	war cand. mach. Michael Retzbach

Für die Amtsperiode vom 1. Juli 2005 bis zum 30. Juni 2006 wurden zum Vorstand gewählt:

1. Vorsitzender	stud. wi.-ing. Markus Rüb
2. Vorsitzender	cand. etec. Lars Reichardt
Schriftführer	stud. etec. Thibault Bautze
Kassenwart im Rechnungsjahr 2006	ist cand. mach. Michael Retzbach

Für die Amtsperiode vom 1. Juli 2006 bis zum 30. Juni 2007 wurden zum Vorstand gewählt:

1. Vorsitzender	stud. wi.-ing. Markus Rüb
2. Vorsitzender	stud. ing. Boris Schneider
Schriftführer	cand. etec. Thibault Bautze

Sprecher der Altdamen-/Altherrenschaft:

Dipl.-Wi.-Ing. Wilfried Wieland bis 2005

Dipl.-Ing. Andreas Flik ab 2005

4. Aktive Mitglieder

a) Ordentliche Mitglieder:

Thibault Bautze	Elektrotechnik
Johannes Becker	Maschinenbau
Erik Braun	Maschinenbau
Martin Herrmann	Elektrotechnik
Stefan Herrmann	Maschinenbau
Moritz Kast	Maschinenbau
Christoph Martens	Physik
Tobias Oesterlein	Elektrotechnik
Lars Reichhardt	Elektrotechnik
Michael Retzbach	Maschinenbau
Markus Rüb	Wirtschaftsingenieurwesen
Daniel Schlehahn	Mechatronik
Sebastian Schreiber	Wirtschaftsingenieurwesen
Florian Stenzel	Maschinenbau
Ricardo Tauro	Elektrotechnik
Matthias Wolf	Wirtschaftsingenieurwesen
Isabelle Wolff	Meteorologie

b) Außerordentliche Mitglieder:

Christian Grams	Werkstattleiter
Michael Jankowic	Stadtbrief
Jens Rabe	Luft- und Raumfahrttechnik
Andreas Rosowitsch	Mechatronik (FH)
Boris Schneider	Sensor- und Systemtechnik (FH)

c) In die Altdamen-/Altherrenschaft traten über:

Alexander Britner
Tobias Hertrampf

d) Ausgeschieden sind:

Markus Hachmüller
Thies Johannsen
Sven Kobelt
Stefan Kuse
Jonathan Nickels-Küll
Philipp Spannagel



Abbildung 4.1: *Die Aktivitas im Sommer 2006*

Kapitel 5

Den Freunden und Förderern unserer Gruppe

5.1 Liste der Spender und Förderer 2005/06

Wir möchten uns ganz herzlich bei allen bedanken, die uns bei unserer Arbeit im vergangenen Jahr unterstützt haben.

Zuerst bei der Universität Karlsruhe (TH), deren Institut für Strömungslehre uns unseren Werkstatteleiter Christian Grams und die Räume für unsere Werkstatt zur Verfügung stellt.

Natürlich auch bei der KSB-Stiftung für ihre finanzielle Unterstützung unserer Projekte, die wieder ein wichtiger Baustein für die Ermöglichung unserer Forschungsarbeit war.

Doch unverzichtbar sind auch die zahlreichen Zuwendungen von Privatpersonen und Firmen, die uns mit Sach- und Geldspenden großzügig unterstützt haben.

Sie alle sind Garanten für die erfolgreiche Fortführung der Forschungsvorhaben der Akademischen Fliegergruppe Karlsruhe.

Spender:	Postleitzahl	Stadt
A. Würth GmbH & Co. KG	74650	Künzelsau-Gaisbach
BB Bank	76133	Karlsruhe
B.i.TEAM mbH	76227	Karlsruhe
B.Braun	34212	Melsungen
Boll und Partner	70180	Stuttgart
Bakelite AG	47125	Duisburg
BZ Pinsel	91737	Ornbau
Carl Roth	76185	Karlsruhe
Carl F. Schroth GmbH	59714	Arnsberg
Carl Weible KG	73606	Schorndorf
dm-Folien GmbH	72770	Reutlingen
ECC GmbH	44269	Dortmund
Edding	22926	Ahrensburg
EMC Direkt	46286	Dorsten
e-t-a	90518	Altdorf
Euro Medical	78224	Singen
Desoutter GmbH	63477	Maintal
Festo KG	73728	Esslingen
Gebr. Winter Bordgeräte GmbH & Co. KG	72417	Jungingen

Hedinger	70327	Stuttgart
Institut für Hydromechanik, Universität Karlsruhe	76128	Karlsruhe
Käfer Messuhren GmbH	78054	Villingen-Schwenningen
KSB-Stiftung	67227	Frankental
Laslo	75447	Sternenfels
LTB Güntert + Kohlmetz	76646	Bruchsal
Mesko Pinsel	91632	Wieseth
mgs GmbH Kunstharzprodukte	70327	Stuttgart
Nespoli GmbH	91556	Dinkelsbühl
Proma Technologie	36132	Eiterfeld
Storz Endoskope	78532	Tuttlingen
UTT GmbH und Co.	86381	Krumbal
Wera Werk	42349	Wuppertal
Wistoba Pinselfabrik	37427	Bad Lauterberg
Zahn Pinsel GmbH	91572	Bechhofen

Spender (Privat):

Andrea Bächer
 Christian Bentz
 Bertold Bläß
 Reinhard Dechow
 Frank Dienerowitz
 Ulf Deisenroth
 Holm Friedrich
 Alfons Jülg
 Franz Haas
 Prof.Dr. Norbert Henze
 Timo von Langsdorff
 Hans-Peter Kummer
 Kai Werner Serocka
 Eckhard Strunk
 Thomas Thiele
 Wilfried Wieland

5.2 Wunschliste

Auf den vorhergehenden Seiten war die große Zahl unserer Spender und Förderer der Jahre 2005/06 aufgeführt.

Unsere Arbeit erfordert ständig externe Unterstützung, darum haben wir auch für das Jahr 2007 eine kleine Wunschliste zusammengestellt.

Wenn der eine oder andere Leser dieses Jahresberichts uns einen oder mehrere der untenstehenden Wünsche erfüllen könnte, wäre der Gruppe damit sehr geholfen. Wir bitten deshalb um gewogene Lektüre der folgenden Liste.

- Werkzeuge und Geräte:
 - Bohrer
 - Metallfeilen
 - Elektronisches Thermometer mit mehreren Messsonden (Messbereich 0-100°C)
 - Scheren
 - kleine Schraubzwingen
 - Werkstattwagen
 - Glasfibersäge
 - Hubwagen
 - Schraubenschlüssel

- Ständig gebraucht werden:
 - Arbeitshandschuhe
 - Bandsägeblätter (Umfang 255cm oder Meterware)
 - Kreissägeblätter
 - Einweghandschuhe
 - Harzpinsel und -rollen
 - Schleifpapier
 - Schleifhütchen für Pressluftwerkzeuge
 - Trenn- und Schrubbscheiben
 - Trennwachs
 - Microballoons
 - Metallhalbzeuge (Rundmaterial verschiedener Durchmesser aus Stahl, Alu, Messing; Vierkantvollmaterial verschiedener Größen aus Stahl und Alu)
 - Plexiglaspolitur und Reinigungsmittel

- Außerdem wären hilfreich:
 - Digitale Videokamera zur Dokumentation der Baufortschritte und Flugversuche
 - Beamer für Ausbildung und Präsentation

- Für unsere Elektronik-Werkstatt:
 - Lötspitzen
 - Oszilloskop-Tastköpfe
 - Kondensatoren
 - Lochrasterplatinen
 - Logic-Analyser

Impressum:

Druck: Druckerei der Universität Karlsruhe
 Auflage: ca. 600
 Papier: Umweltschutzpapier
 Gestaltung des Titelbildes: Christian Faupel
 Redaktion und Layout: Thibault Bautze
 V.i.S.d.P. : Vorstand der Akaflieg Karlsruhe