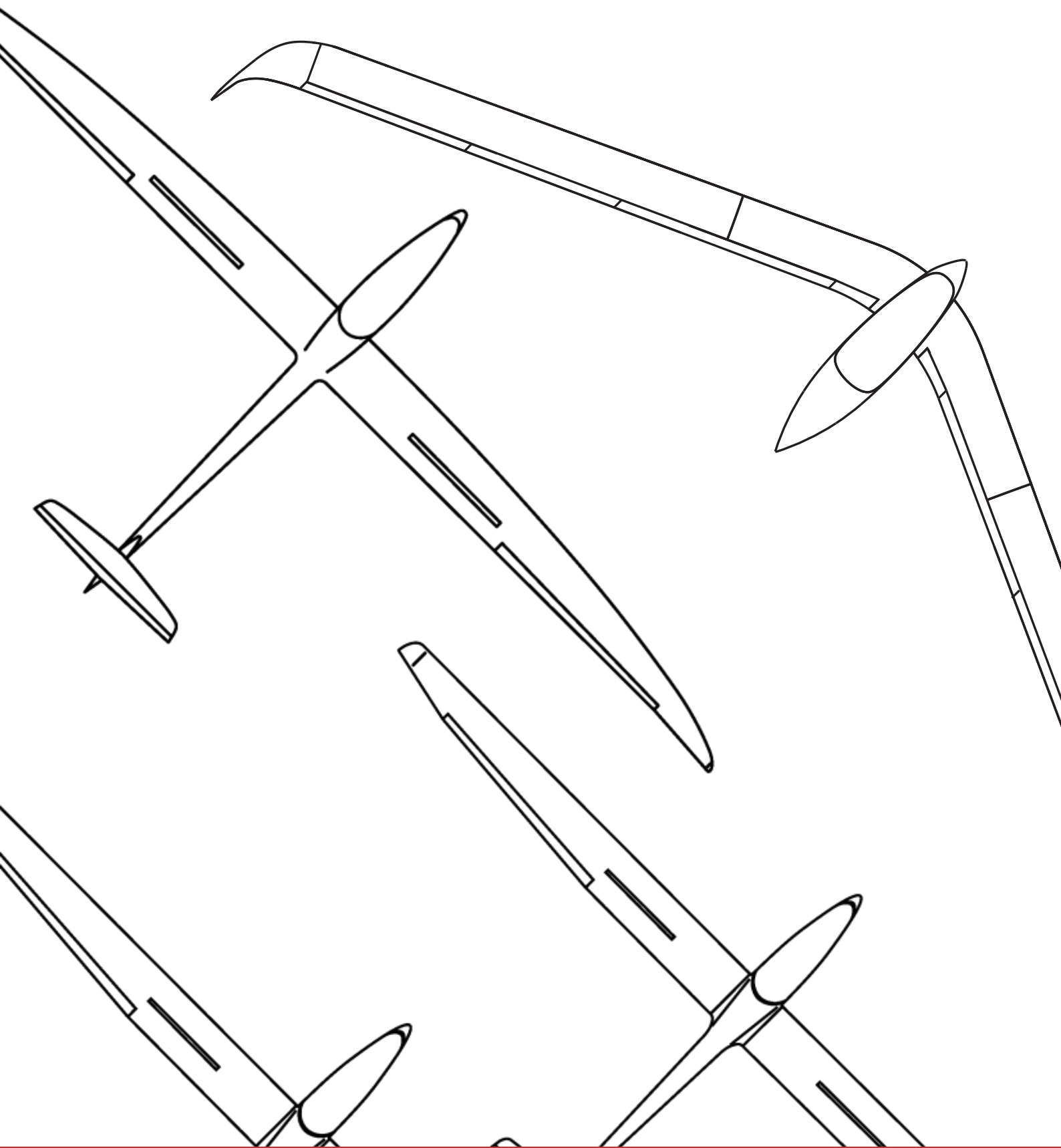




Jahresbericht 2016



Akademische Fliegergruppe
am Karlsruher Institut für Technologie e.V.

64. Jahresbericht

der *Akademischen Fliegergruppe am Karlsruher Institut für Technologie e.V. (Akaflieg Karlsruhe)*

Wissenschaftliche Hochschulgruppe innerhalb der *Interessengemeinschaft Deutscher Akademischer Fliegergruppen e.V. (Idaflieg)*

Impressum:

Akademische Fliegergruppe am Karlsruher Institut für Technologie e.V.

Anschrift (Büro):

KIT Campus-Süd
Gebäude 10.91
Kaiserstraße 12
D-76131 Karlsruhe

Anschrift (Werkstatt):

KIT Campus-West
Gebäude 6.32
Hertzstraße 16
D-76187 Karlsruhe

Kontakt:

E-Mail:	akaflieg@akaflieg.uni-karlsruhe.de
Internet:	https://akaflieg-karlsruhe.de/
Tel. (Büro):	0721/608 4 2044
Fax (Büro):	0721/608 4 2041
Tel. (Werkstatt):	0721/608 4 4487

Konto (Aktivitas):

IBAN: DE08661900000010302625
BIC: GENODE61KA1
Bank: Volksbank Karlsruhe

Konto (Altherrenschaft):

IBAN: DE70660100750116511751
BIC: PBNKDEFFXXX
Bank: Postbank

Inhaltsverzeichnis

Bericht	Seite
Vorwort	5
Werkstattleiterbericht	6
ASG 32-Erstflugbericht	8
Projektbericht AK-X (1)	12
Projektbericht AK-X (2) - Bruchversuch	16
Fotomontage: AK-X über Karlsruhe	20
Projektbericht AK-8	22
Projektbericht AK-9	25
Gruppenbild	27
Professorenfliegen-Bericht	28
Frühjahrsschulungslager-Bericht	29
Pfingstlager-Bericht	30
Alpenfluglager-Bericht	32
Herbstschulungslager-Bericht	34
Leistungen der besonderen Art	36
Akaflieg Karlsruhe - Vorstand und Mitglieder	38
Danksagungen	40
Spenderliste	41

Vorwort

von **Prof. Dr.-Ing. Bettina Frohnäpfel**
Institutsleiterin des *Instituts*
für *Strömungsmechanik (ISTM)*



„Forschen, Bauen und Fliegen“ lautet das Motto der *Akademischen Fliegergruppen*. Diese traditionsreichen Hochschulgruppen, die an verschiedenen deutschen Technischen Universitäten existieren, besteht in Karlsruhe aus einer Gruppe von rund 30 aktiven Mitgliedern, die in diesem Jahresbericht einen spannenden Einblick in ihre laufenden Projekte geben werden.

Das Fliegen stand 2016 zunächst im Mittelpunkt, als zu Anfang der Saison der erfolgreiche Erstflug mit dem neu erworbenen Segelflugzeug ASG 32 absolviert werden konnte. Danach ging es mit viel Begeisterung und Energie an die Fortführung des Großprojektes der *Akademischen Fliegergruppe am Karlsruher Institut für Technologie: AK-X – Entwicklung, Konstruktion und Bau eines Nurflügel-Segelflugzeugs*. Nachdem der erfolgreiche Erstflug des Erprobungsmodells bereits in 2015 realisiert wurde, galten und gelten nun alle Bemühungen dem Bau des Prototyps. Hierbei stand im vergangenen Jahr die erste große Bewährungsprobe auf dem Programm: Eine Tragfläche mit einer beachtlichen Länge von über 7 Metern wurde einem Bruchversuch am *Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)* in Stuttgart unterzogen. Die Eigenkonstruktion bestand diesen Test mit Bravour! Hiermit wurde ein essentieller Meilenstein auf dem ambitionierten Weg zum Bau eines modernen Nurflügels erreicht, zu dem ich allen Akafliegern ganz herzlich gratuliere.

Die Idee des hocheffizienten Fliegens mit einem Nurflügel fasziniert viele technikbegeisterte Menschen. So war ein Nurflügel-Modellflieger zum wiederholten Mal auch bei Jugend forscht am Start. Ivo Zell erzielte mit seiner beeindruckenden Realisierung eines solchen Modellflugzeuges den Sieg auf Bundesebene. Wir durften den ehrgeizigen Jungforscher am *Institut für Strömungsmechanik (ISTM)* begrüßen, um sein Konzept und dessen Präsentation im weiterführenden internationalen Wettbewerb zu diskutieren. Hierbei war die *Akaflieg Karlsruhe* sehr interessiert und mit vielen Mitgliedern vertreten. Dieser fachlich intensive Austausch mit flug- und forschungsbegeisterten Studierenden hat sicher mit dazu beigetragen, dass Ivo Zell auch beim *European Union Contest for Young Scientists* in Brüssel überzeugen konnte.

Ich wünsche der *Akaflieg Karlsruhe* gutes Gelingen für den weiteren Weg zum Fliegen im eigenen Flügel und bleibende Begeisterung für das „Forschen, Bauen und Fliegen“!

Werkstattleiterbericht

von Patrick "Patse" Ruppik

Auch in diesem Jahr gab es – wie schon im letzten – jede Menge zu tun!

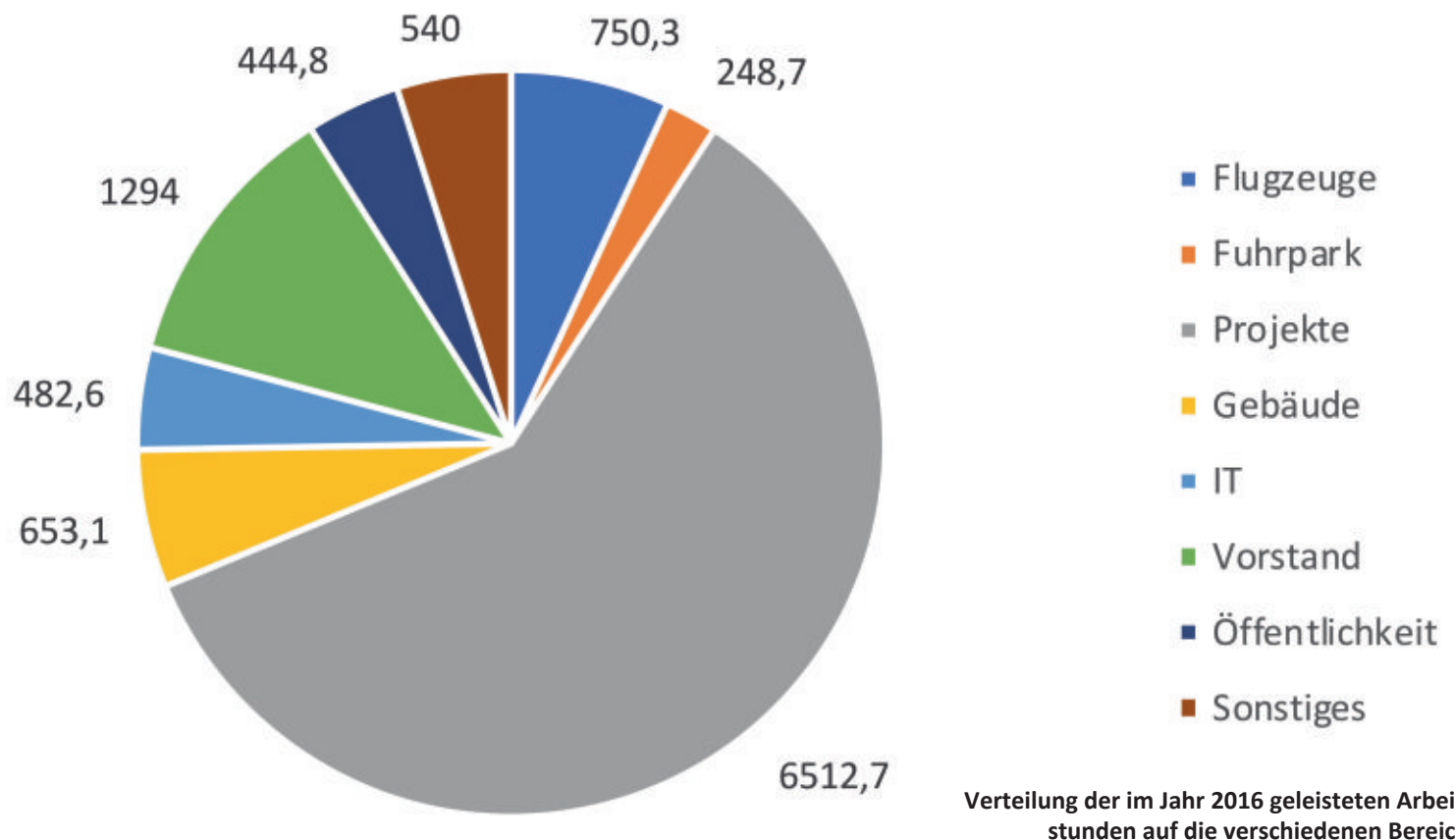
Die Winterwartung stand Anfang 2016 ganz im Zeichen der Elektronik unserer Flotte: Bei der erforderlichen Umrüstung der Segelflugzeuge auf die neuen 8,33 kHz-Funkgeräte wurde die Gunst der Stunde genutzt, um allerlei Instrumentierung und elektrotechnische Bauteile zu erneuern. Anfang des Jahres konnten wir dann auch das neueste Mitglied unseres Flugzeugparks begrüßen: die ASG 32.

Als diese Arbeiten erledigt waren,

konnte der Flugbetrieb eigentlich wieder losgehen. Eigentlich. Denn leider machte uns unsere Winde einen großen Strich durch die Rechnung. Nachdem bereits im Herbstschulungslager 2015 einige Ausfälle zu beklagen waren, war es uns leider nicht möglich, alle Schäden im darauffolgenden Winter zu reparieren. Aus diesem Grund wurde die Winde in die Hände einer spezialisierten Werkstatt gegeben, damit die verbliebenen Mängel beseitigt werden konnten. Angesichts des Umfangs der notwendigen Reparaturen an Druck-

Nutzung der Akaflieg-Werkstatt außerhalb der Flugsaison:
Durchführung von Reparaturen und Wartungsarbeiten an
Segelflugzeugen, sowie parallele Arbeiten am Projekt AK-X





luftleitungen, Steuerung und Elektronik, konnten wir die Winde erst ein Wochenende vor dem Herbstschulungslager 2016 wieder in Betrieb nehmen.

Positiveres gibt es allerdings aus der Werkstatt zu berichten: Wie auch im Jahr zuvor konnten wir unsere Stundenanzahl noch einmal erhöhen. Die im Jahr 2015 geleisteten 9105 Arbeitsstunden konnten wir 2016 mit 10605 Stunden deutlich übertreffen. Glücklicherweise hatten wir keine größeren Schäden an unseren Flugzeugen zu beklagen, weshalb die meisten der Arbeitsstunden in die Projekte - insbesondere in die AK-X - fließen konnten.

Nachdem bereits im Vorjahr die Flugversuche des ferngesteuerten 1:2-Modells der AK-X zufriedenstellend verlaufen sind, haben wir uns schließlich dazu entschlossen den mantragenden Prototypen mit 15 m Spannweite zu bauen. Dazu wurde im Januar 2016 das große Ziel ausgerufen, den für den Bruchversuch notwendigen

Testflügel bis Mitte August fertig zu stellen. Nebenher sollte zudem das Rumpfpositiv gebaut und abgeformt werden. Diese Ziele waren ambitioniert, aber realisierbar: Jetzt, zum Jahresende, stehen wir mit fertigen Rumpfformen und einer erfolgreich zerbrochenen Tragfläche, die alle Anforderungen übertroffen hat, in der Werkstatt.

Während des *Idaflieg*-Sommertreffens wurde die AK-8-Erprobung fortgeführt. Neben einer Trudelerprobung mit Wasserballast wurde auch mit der Kunstflugerprobung begonnen und die Neutralpunktbestimmung mit den neu entwickelten Winglets durchgeführt und Anstrichbilder erstellt.

Und wieder einmal darf man gespannt sein, was im nächsten Jahr auf uns zukommen wird. Wir hoffen, dass die Fertigung der AK-X im selben Tempo weiter verlaufen kann und freuen uns auf eine erfolgreiche Flugsaison 2017!

ASG 32-Erstflugbericht

von Jürgen "Tempo" Rimmelspacher



Begutachtung der werksneuen ASG 32 nach erstmaligem Aufrüsten durch eine ausgewählte Akaflieg-Delegation

Was ist aufregender als etwas Neues? Natürlich Fliegen! Eine Steigerung ist es, diese beiden Dinge zu kombinieren und mit einem neuen Flugzeug zu fliegen. Genau das wurde in der *Akaflieg Karlsruhe* am Samstag, den 02. April 2016 getan. Natürlich wollten viele eifrige Piloten ihren exklusiven Erstflug mit unserem neu erworbenen Hochleistungsdoppelsitzer ASG 32 (Kennung D-9607) für sich beanspruchen. Obgleich der Hersteller *Alexander Schleicher Segelflugzeugbau* dies als Werksflug auf dem herstellereigenen Flugplatz in Poppenhausen schon gemacht hatte, war es zumindest eine Premiere am Segelfluggelände Rheinstetten. Selbst die Piloten der anderen ortsansässigen Flugvereine schauten erwartungsvoll. Der Fairness halber hat schließlich das Los über die glücklichen Erstflugpiloten entschieden, denn niemand wollte auf seine Chance verzichten, der Erste zu sein. Meine

Freude war riesig, als ich das große Los zog und gleichzeitig auserwählt war, diesen Jahresberichtartikel schreiben zu dürfen. Wie man den beiden Losgewinnern im Foto am Ende des Artikels sehr gut ansehen kann, ist im Doppelsitzer geteilte Freude gleich doppelte Freude. Da das Wetter zwar trocken, aber sehr thermikarm war, konnten lediglich Platzrunden geflogen werden. Wir nahmen das als Vorteil, denn so kamen noch alle anderen Wartenden zu ihrem Erstflug-Erlebnis mit unserer "32". Insgesamt konnte der neue Doppelsitzer an diesem Tag elf Platzrunden fliegen.

Unsere ASG 32 hat die Werksnummer 18 und ist das weltweit erste Exemplar ohne Motorisierung, die jedoch nachgerüstet werden kann. Gespannt waren die Piloten auf die Flugeigenschaften und -leistungen des neu entwickelten Hochleistungs-Segelflugzeugs. Nach den ersten Flügen war trotz kurzer Flug-

zeiten klar, dass das neue Flugzeug seinem vorausseilenden Ruf alle Ehre macht: Die ASG 32 ist eines der zur Zeit besten doppelsitzigen Segelflugzeuge überhaupt.

Natürlich soll ein solches Rennflugzeug in erster Linie im Strecken- und Wettbewerbsflug eingesetzt werden. Es wird aber (bevorzugt bei Platzrundenwetter) auch in der Schulung geflogen werden können.

Als Alter Herr der *Akaflieg Karlsruhe* erinnere ich mich gerne an die Tradition meiner Hochschulgruppe, nach der mit dem Hochleistungsdoppelsitzer stets ein erfahrener Pilot einen Flugschüler auf einen großen Streckenflug mitnimmt. Das Übertragen von Begeisterung und Erfahrung für eigene Streckenflüge ist dabei garantiert. Genau das ist letztlich einer der Ansprüche der Hochschulgruppe und auch schon viele Jahrzehnte Tradition.

„Mein Leistungsflugzeug“ war damals

der Twin-Astir, der Anfang der 80-iger Jahre aufgrund seiner hohen Flächenbelastung gut und relativ schnell vorfliegen konnte. Allerdings liegen Welten zwischen der heutigen ASG 32, die mit einer Gleitzahl von über 50 davongleiten und ebenso mit gesetzten Wölbklappen wie ein leichter Einsitzer davonsteigen kann. Mein damaliger Twin-Astir I hatte dagegen eine Gleitzahl von höchstens 37 und ohne Wölbklappen stieg er nur bescheiden im Aufwindkreis. Das führte dazu, dass er von jedem Einsitzer leicht überstiegen wurde. Ich hatte damals das Glück, z.B. mit Werner Bennert mitzufliegen, der einer der besten Überland- und Alpenflieger der *Akaflieg Karlsruhe* war. Mit unserem Twin-Astir I flogen wir auch weitaus besseren Flugzeugen davon und ich erlebte, dass ein erstklassiger Pilotenfaktor mehr Wert ist als die pure Gleitzahl.



Erster Windenstart der ASG 32 am Segelfluggelände Rheinstetten



ASG 32 im Landeanflug am Ende
des Erstfluges

Überhaupt unterschied sich das Überlandfliegen vor 35 Jahren wesentlich von heute. Ich will behaupten, dass wir damals ohne Kartenbildschirm und ohne GPS-Unterstützung sehr sportlich unterwegs waren. Die Navigation beschränkte sich darauf, mit dem Finger auf der papierenen Fliegerkarte die Position festzuhalten. Anflugberechnungen wurden im Kopf unter dem Stress des Fliegens berechnet und eventuell ein analoger Endanflug-Rechenschieber benutzt. Die Wettervorhersage konnte immerhin tagesaktuell per Festnetztelefon von einem Tonband abgehört werden und musste stenographisch auf einem Flugvorbereitungspapier festgehalten werden. Diese Vorhersagen waren damals äußerst grob im Vergleich zu heute. Über die Jahre ist jedoch ein feinmaschiges meteorologisches Messdatennetz gewachsen und die Rechenleistung heutiger Computer erlaubt stundengenau unser Wetter auf der Flugstrecke vorherzusagen. Damals konnten wir nur davon träumen, nach einer im Cockpit angezeigten und zu-

dem zuverlässigen Thermik- oder Wellenkarte die Landschaften abzufliegen. Und nicht nur dies zeigen heutige Bordrechner auf einem Bildschirm im Instrumentenpils an: Gleichzeitig werden Position, Höhe und Steigwerte der Flugzeuge in unmittelbarer Entfernung mit angezeigt. Auch unsere „Neue“ hat selbstverständlich solch einen komfortablen Bordrechner mit Bildschirmführung.

Es ist für mich als Alter Herr der *Akaflieg Karlsruhe* eine besondere Freude, über mehrere Generationen hinweg sowohl die Entwicklungen in der Aerodynamik als auch in der Integration von Navigations- und Wetterinformationen im Cockpit miterleben zu dürfen. So mag es wohl auch den Generationen vor mir ergangen sein, die mit folgenden vereinseigenen Doppelsitzer-Flugzeugen auf großer Strecke unterwegs waren:

1. Am Anfang stand von 1952 bis 1972 ein **Doppelraab 7**

Dazu gibt es eine kleine Anekdote: Der erste Werkstattleiter der *Akaflieg Karlsruhe* war Fritz Horn, der sowohl in

der Werkstatt eine große Unterstützung war, aber den Mitgliedern auch als Fluglehrer allzeit zur Verfügung stand. Zur Demonstration der hohen Leistungsfähigkeit des Flugzeuges mit der Gleitzahl „Eins zu Plumps“ zeigte er den untenstehenden Flugschülern, wie ein Looping in Bodennähe aus der Winde heraus funktioniert. Das Ganze geschah in unmittelbarer Nähe der Luftaufsicht, die den ganzen Flugplatz von ihrem hohen Turm überblicken konnte und die die Reihe der staunenden Flugschüler sehr gut sehen konnte. Fritz machte den Looping gewitzt uneinsehbar für die Luftaufsicht direkt über dem Dach eben dieses Flugplatzturmes.

2. **Kranich III**: 1953 bis etwa 1973
3. **Blanik**: 1974 bis 1980
4. **Twin-Astir I** mit Einziehfahrwerk: 1978 bis 1992

5. **ASK 21**: von 1982 bis 2006
6. **DG-500** (20m-Version): von 1992 bis 2015
7. **DG-1000J** mit eigens eingebautem Turbinenantrieb: von 2005 bis heute
8. **ASG 32**: seit 2016

Ich bin gespannt, was die Zukunft noch an Entwicklungen an Segelflugzeugen hervorbringt. Vielleicht werden wir ja alsbald mit einem Nurflügel-Doppelsitzer mit Grenzschichtabsaugung fliegen, welcher aus 1000m Höhe 100km weit gleitet...



Zufriedene Gesichter: Die beiden Erstflug-Piloten Jürgen "Tempo" Rimmelspacher und Fabian "Welle" Bartschke nach dem Erstflug des neuen Hochleistungs-Segelflugzeugs

Projektbericht AK-X

von Georg "Schorsch" Fahland

CAD-Render-Frontansicht des Nurflügel-Segelflugs AK-X

Das Jahr 2016 stellte für das Projekt AK-X in vielerlei Hinsicht das erfolgreichste im gesamten zeitlichen Ablauf dar. Nachdem bereits 2015 der Erstflug unseres 1:2-Modells der AK-X mit 7,5 m Spannweite gefeiert werden konnte, sollten nun keine Flugmodelle mehr, sondern ein richtiges Flugzeug gebaut werden.

Den Start bildete die Fertigung der Formen für den Bau der Flügel. Zum Jahreswechsel 2015/2016 hatten wir mit dem Schweißen der Stahlgestelle für die Flügelformen begonnen. Im Januar folgte das Fräsen der Negativformen aus Ureol. Dazu war ein besonderer Kraftakt nötig: Für die Bearbeitung konnten wir dankenswerterweise auf die Industrie-CNC-Fräse von *DG-Flugzeugbau* zurückgreifen. Da diese jedoch im regulären Wochenbetrieb der Firma fest eingeplant war, mussten sich unsere



Positivform des AK-X-Rumpfes

Arbeiten auf das Wochenende konzentrieren. Dazu wurden unsere Formrohlinge pünktlich angeliefert und aufgespannt. Nach den langen Bearbeitungsschichten folgten schließlich Reinigung und Abtransport der fertigen Formteile, so dass am Montagmorgen wieder alles für den Industriealltag bereit war.

Zurück in der Werkstatt mussten die Formteile auf ihre Stahlgestelle geklebt und einige Nachbearbeitungen vorgenommen werden. In gleicher Weise wurde auch die Positiv-Rumpfform gefertigt. Somit konnte sichergestellt werden, dass unsere Konstruktion im Vergleich zur klassischen Segelflugzeugentwicklung enge Toleranzen erlaubt – eine unerlässliche Eigenschaft, um die vielen konstruktiven Herausforderungen und die Vielzahl an Hilfsbaugruppen bei annehmbarer Ergonomie in unser Flugzeug integrieren zu können.

In der Folge begann der Bau unseres Bruchflügels. Aufgrund der Herstellung aller Teile mithilfe CNC-gefräster



Fertigung eines Negativ-Formsegments
mittels CNC-Frästechnik in den Werk-
hallen von *DG-Flugzeugbau*

Formen konnte ein zügiger Bau gewährleistet werden. Die Möglichkeit der angesprochenen engen Toleranzen stellte zudem eine hohe Bauteilgüte sicher. Wegen des festen Termins für den Bruchversuch gingen wir beim Bau keine neuen Risiken ein: Alle Herstellungsverfahren waren durch unsere Modelle bereits erprobt. Im Besonderen konnte für die Holmgurterstellung auf unser bewährtes und durch die Bachelorarbeit unseres Mitglieds Max Dreisbach validiertes Verfahren der sogenannten Düsenextrusion zurückgegriffen werden. Auf diese Weise konnte der vollständige Bruchflügelbau in gerade einmal drei Monaten abgeschlossen werden.

Das Highlight des Jahres war dann sicherlich der erfolgreiche Bruchversuch im August 2016. Einzelheiten zu diesem Thema sind im entsprechenden Jahresberichtartikel nachzulesen.

Doch damit der Bruchflügeltest erfolgreich realisiert werden konnte, musste nicht nur der Tragflächenbau selbst bewältigt werden. Auch die Lastannahmen mussten fertiggestellt werden, gleiches galt für Auslegung und Bau der Belastungsgeschirre. Mit einem kleinen Augenzwinkern haben wir unser Vorgehen dabei im Kreis der Idaflieger „Just-in-Time-Engineering“ genannt. Im Nachhinein muss man jedoch auch sagen: Es war gut, dass wir viele Dinge



Fertigung des Flügelholms in der Akaflieg-Werkstatt

so angegangen sind, uns erst im letzten Moment für die endgültige Umsetzung entscheiden zu müssen. Auf diese Weise waren spontane Änderungen in Versuchsführung, Belastung, Logistik, etc. bereits „eingepreist“. Der Erfolg des Versuchs ist letztlich auch auf dieses Vorgehen zurückzuführen. An dieser Stelle ist es nun an der Zeit dem langjährigen Projektleiter und Vordenker der AK-X für diese, seine Leistung in Auslegung und auch Management, zu danken: Die AK-X wurde maßgeblich von Ulrich Deck initiiert und vorangetrieben. Nach dem Bruchversuch war für ihn die Zeit gekommen, seinem Studium intensiv nachzugehen und dieses erfolgreich zu beenden.

So haben wir nach dem Bruchversuch begonnen die Rumpfformen von



Herstellung von Roving-Strängen zur Holmgurt-Fertigung durch eine im Rahmen der Bachelorarbeit unseres Mitglieds Max Dreisbach entwickelte Roving-Ziehmaschine



Durch Vakuuminfiltration unter Mithilfe der Firma *WingsAndMore* hergestelltes Bauteil

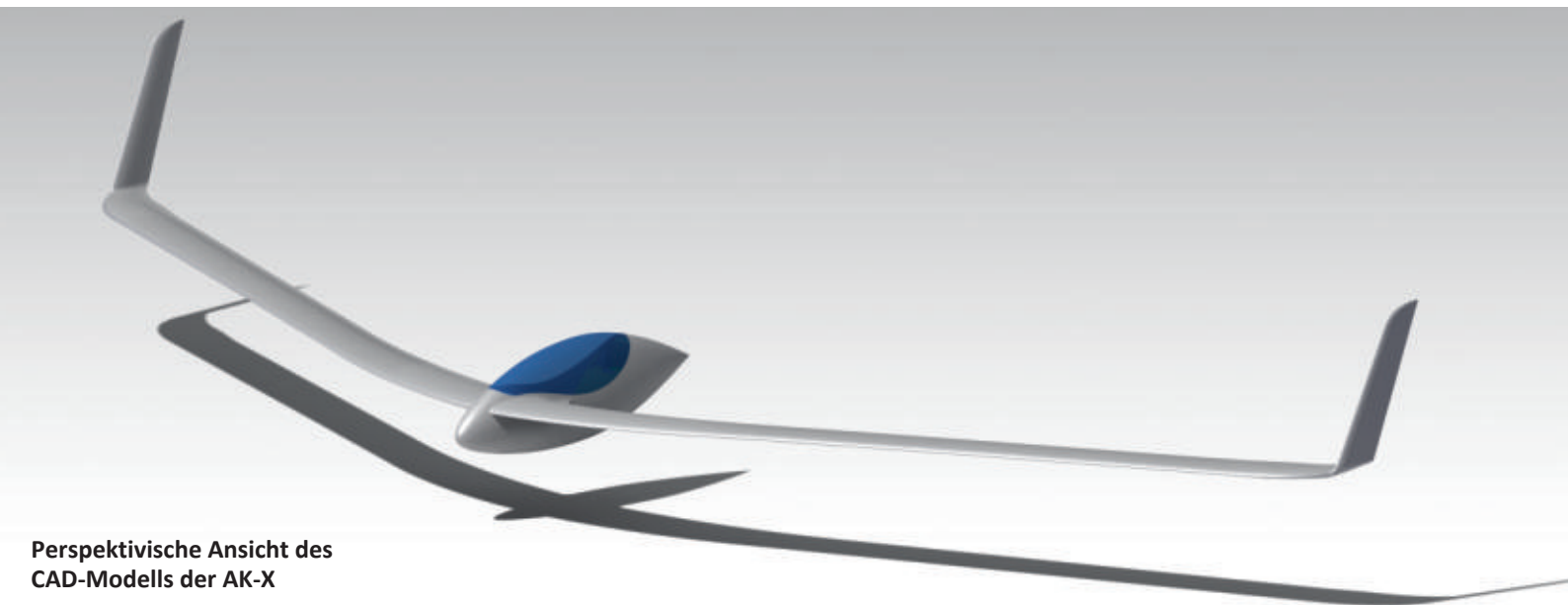
unserem Positiv abzunehmen, sowie die Fertigung des ersten ‚fliegenden‘ AK-X-Flügels zu planen. Dabei haben wir zunächst auf eine vergleichbar harte Deadline wie die des Bruchversuchs verzichtet. Denn obgleich die Strukturentwicklung der Flügel mit dem Bruchversuch abgeschlossen war, standen noch viele konstruktive und prozesstechnische Herausforderungen an. So haben wir mithilfe der Firma *WingsAndMore* (den Erschaffern der *Eta*) einzelne Bauteile durch Vakuuminfiltration herstellen können. Das KnowHow dieser Firma ermöglichte noch einmal einen Sprung in der Güte komplexer Einbauteile, sodass die Konstruktionsfreiräume für den Innenausbau gesteigert, sowie eine Gewichtsersparnis erreicht werden konnten.

Ebenso haben wir uns die Erfahrung der Modelle bei der Fertigung der Rumpfformen zunutze gemacht und Zeit in einige Details gesteckt, von denen wir uns eine deutlich beschleunigte und verbesserte Fertigung erhoffen konnten. Ende des Jahres wurden schließlich auch die Rumpfhauptformen fertiggestellt.

Damit sind für die Zukunft die wichtigsten Weichen der Prototypenfertigung gestellt: Wir verfügen nun über Bauformen der Außenkontur von über 90 % des Flugzeugs.

Dies war also das Jahr 2016 der physischen AK-X. Doch hinter den Kulissen sind auch einige Arbeiten gelaufen, die für zukünftige Entwicklung der AK-X wegweisend sein werden:

Anfang des Jahres konnte Max Dreisbach die o.g. Studienarbeit zur Materialerprobung unseres Holmgurtmaterials fertigstellen. Die Materialkennwerte sind vom *Luftfahrt-Bundesamt (LBA)* mittlerweile akzeptiert. Über den Sommer folgte eine Bachelorarbeit von Laurin Ludmann zur Konstruktion und Auslegung des Hauptmischers, der die Funktionen von Wölbklappe, Höhen- und Querruder auf die 6 Hauptflügelklappen verteilt. Den Strukturaufbau des Rumpfes samt



Perspektivische Ansicht des CAD-Modells der AK-X



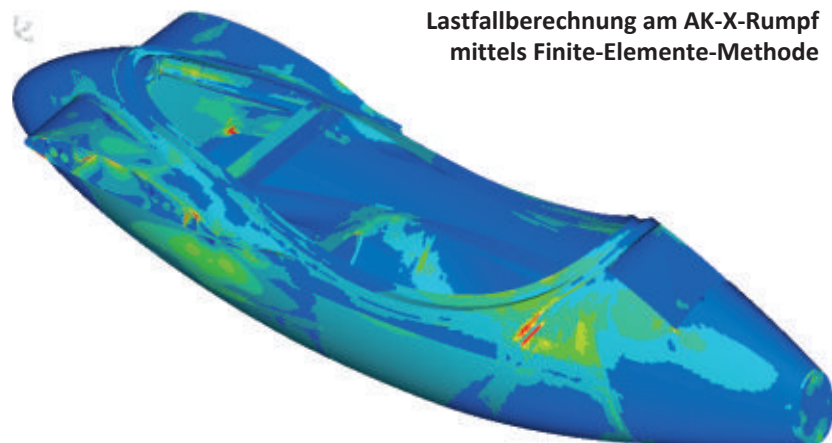
Herausnehmen des Bruchflügels aus den Negativformen nach dem Verkleben von Ober- und Unterschale

seiner Einbaugruppen habe ich in meiner Bachelorarbeit entwickelt und nachgewiesen. Auch dieser Nachweis ist zwischenzeitlich vom *LBA* akzeptiert worden. Ein wesentlicher Bestandteil in der Entwicklung der AK-X ist jedoch auch die Entwicklung außerhalb von Studienarbeiten. Der Grund hierfür liegt v.a. in der Vielzahl an Entwicklungsaufgaben. Dazu zählen:

- Lastannahmen
- Berechnung und Nachrechnung der Lastfälle
- Auslegung der Lastgeschirre für den Bruchversuch
- Auslegung des Hauptfahrwerks
- Ergonomieentwicklung der Sitzschale
- Anpassung der Flatterrechnung

Viele dieser Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen und werden uns auch noch in das Jahr 2017 begleiten. Wir sind jedoch optimistisch auch weiterhin zügig sichtbare Fortschritte erreichen zu können. Nichtsdestotrotz ist bei aller Euphorie über das Erreichte Vorsicht geboten! Uns kann jederzeit ein Detail

einholen, dass uns deutlich ausbremst. Die AK-X ist der Prototyp eines hochgradig anspruchsvollen Flugzeugkonzepts und wir sind nun in einer Phase, in der Herausforderungen nicht mehr aufgeschoben werden können (wie z.B. in der Vorentwicklung): Wir bauen ein Segelflugzeug, in dem der Pilot sich sicher und wohl fühlen soll und seinen Flug genießen kann.



Lastfallberechnung am AK-X-Rumpf mittels Finite-Elemente-Methode

Projektbericht AK-X: Bruchversuch

von Laurin Ludmann



Schöpferische Pause des Bruchversuch-Aufbauteams nach dem Einspannen der Test-Tragfläche

Wie in jedem großen Vorhaben hat auch unser aktuellstes und innovativstes Projekt AK-X Meilensteine zu erreichen und zu bestehen. Einer dieser Meilensteine war im Jahr 2016 der Bruchversuch einer originalgroßen Test-Tragfläche.

Doch zuerst ein kleines bisschen „Was bereits geschah...“:

Das 1:2-Modell der AK-X mit rund 7,5 m Spannweite leistete im Jahr 2015 ganze Arbeit. Es konnten viele ferngesteuerte Flüge durchgeführt werden, welche die Flugerprobung weit voranbrachten und für großen Erkenntnisgewinn sorgten. Das ursprünglich geplante Spektrum an Tests konnte jedoch aus diversen Gründen nicht abgeschlossen werden: Mehrmaliges Überlasten des Motorblocks der Modell-Schleppmaschine führte zu dessen Zerstörung, kleinere Schäden am AK-X-Modell ließen sich nicht vermeiden und das Wetter spielte uns nicht gerade in die Hände, was einen Abschluss der Flugerprobung verzögerte. Doch immerhin waren wir nun so weit, dass wir im Frühjahr 2016

mit dem Fräsen von Negativformen für den manntragenden AK-X-Prototypen bei *DG-Flugzeugbau* in Bruchsal beginnen konnten. In mehreren Wochenendaktionen wurden diese gefertigt und anschließend in der Werkstatt nachbearbeitet und verklebt. So konnte schon im Juni mit dem Bau des Bruchflügels begonnen werden. Dabei herrschte durchaus Termindruck, denn der Bruchversuch war bereits für Mitte August geplant und organisiert. Letztendlich schafften wir es, alle nötigen Teile rechtzeitig zu fertigen bzw. zu beschaffen.

Was uns bereits zu den Wochen zwischen 15.08. und 25.08.2016 bringt: Am Montag, den 15.08. traten die Mitglieder der *Akaflieg Karlsruhe* Ulrich Deck, Georg Fahland, Dominic Pöppe, Lennart Beneke und ich pünktlich um 07:00 Uhr unseren ersten „Arbeitstag“ am *Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)* in Stuttgart an. Der Zeitplan war straff, es gab noch viel zu tun. Zwar hatten wir materialtechnisch alles beisammen, was wir benötigten,

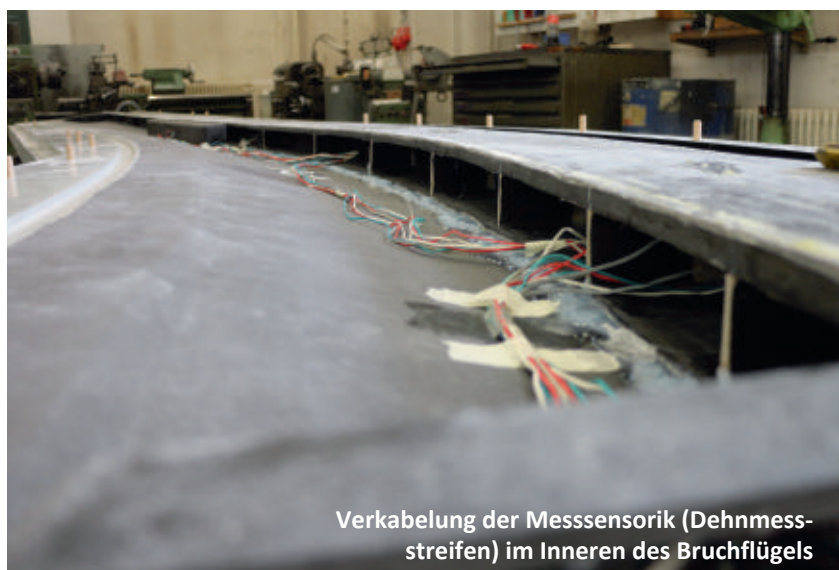
jedoch mussten noch einige Teile aufeinander angepasst und eingestellt werden. Dies stellte sich, wie vorab befürchtet, als langwierig heraus. Der stählerne Bruchkasten, welcher im Versuch den Rumpf der AK-X modellieren sollte, musste umkonfiguriert werden um den Zusammenbau wie geplant durchführen zu können. Bedingt durch die externe Fertigung des Bruchkastens mussten alle Passungen noch auf Maß gerieben und die Platten, die die Buchsen für Haupt- und Querkraftbolzen darstellten, nachgestellt werden. Diese Vorbereitungen nahmen im Endeffekt doch zwei ganze Arbeitstage von 07:00 bis 19:00 Uhr in Anspruch. Als die Montage von Flügel und Gegenflügel dann im Verbund geschafft war, konnten wir zum nächsten Arbeitsschritt übergehen: dem Aufbau des Belastungsgeschirrs und des Mobiles. Da der in der Versuchshalle befindliche Deckenkran für unsere Zwecke zu schnell fuhr, musste ein Kettenzug für die Handbetätigung am Gegenflügel angebracht werden, über welchen wir die Last auf den Bruchflügel aufbringen konnten. Das nächste große Hindernis stellte das Mobile dar: Es musste so aufgebaut werden, dass eine der vorgesehenen Auftriebsverteilung entsprechende Belastung in der Tragfläche induziert und möglichst alle Lastfallannahmen abgebildet werden konnten. Mit den anspruchsvollen Vorgaben, den bereits fix am Bruchflügel angebrachten Angriffspunkten und den gegebenen Stahlträgerdimensionen erwies es sich als sehr komplexe Aufgabe, allen Anforderungen gerecht zu werden. Doch letztendlich konnte durch das Projektteam vor Ort eine Konfiguration gefunden werden, mit der alle Punkte zufriedenstellend berücksichtigt waren. Ein weiterer, nicht zu ver-

nachlässigender Punkt war die Messelektronik. Bereits während dem Bau des Bruchflügels wurden in dessen Innerem Dehnmessstreifen angebracht, die die Verformung des Materials während dem Versuch aufzeigen sollten. Weitere wurden auf den Holmstummeln und der Schale angebracht. Die Frage war nur: wo? Die eigentlich maximal mögliche Anzahl von 60 Messkanälen war schnell ausgereizt und es musste schließlich mühevoll ein Messverstärker angeschlossen werden. Nun waren auch erste Tests bis zu einer Belastung von $j=1$, d.h. dem gleichen der angenommenen maximalen Grenzbelastung im Flug, möglich, was neben ersten Versuchserkenntnissen wiederum einige Probleme mit sich brachte. So schafften es die Akaflieger, in der ersten Woche ihrer Anwesenheit am DLR rund 60 Arbeitsstunden pro Person zu erreichen.

In der zweiten Woche war dann für Montag nur noch der letzte Feinschliff angesetzt. So musste das die Höchsttemperatur simulierende Wärmezelt noch aufgebaut, die Hochgeschwindigkeitskameras eingestellt und Messtechnik kalibriert werden.

Am Dienstag, den 23.08.2016 um 16:00 Uhr war es dann endlich soweit:

Der Bruchversuch der AK-X-Tragfläche



Verkabelung der Messsensorik (Dehnmessstreifen) im Inneren des Bruchflügels

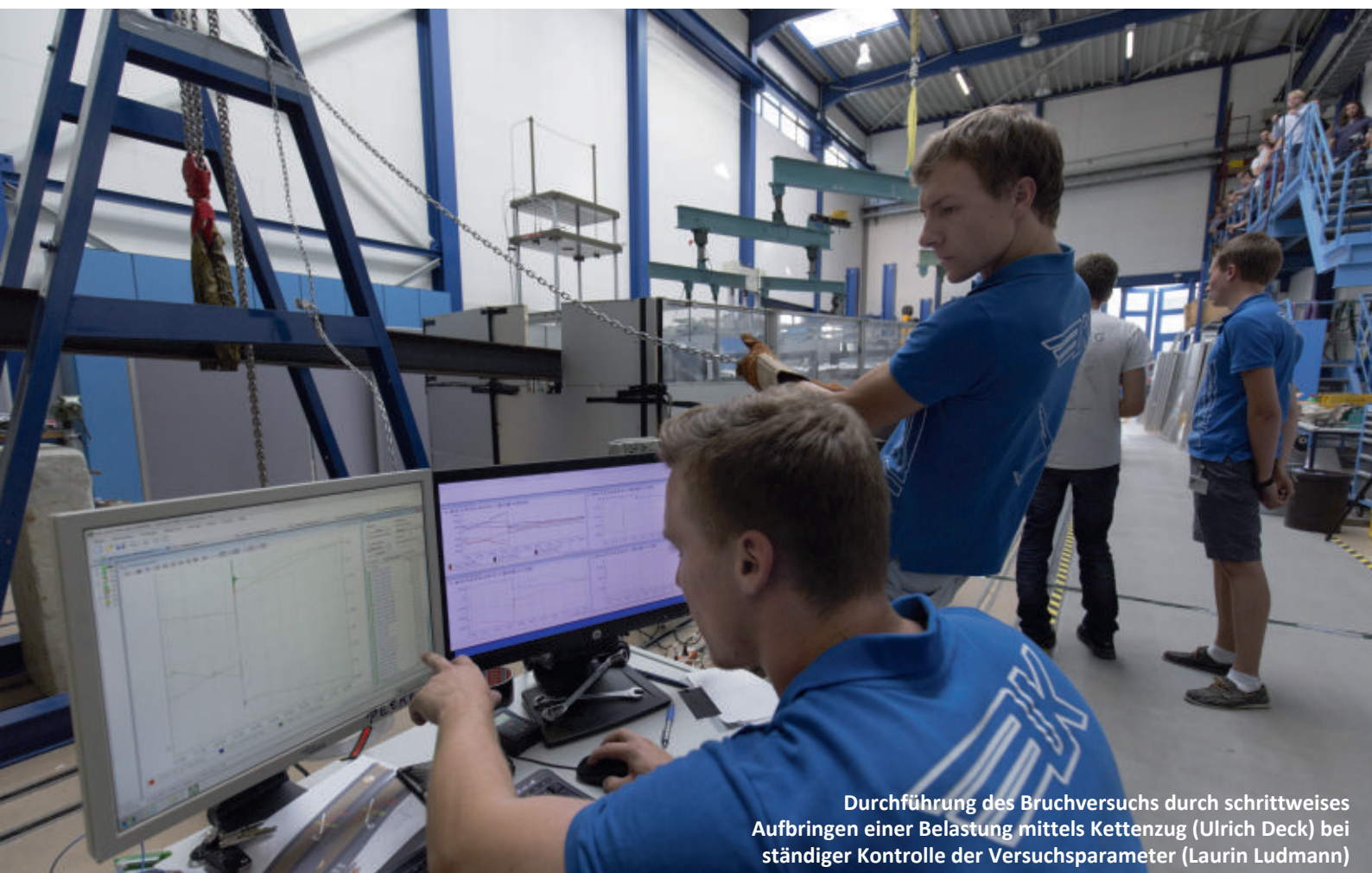


Bruchflügel innerhalb des Wärmezeltes. Gut erkennbar:
Das Belastungsmobile oberhalb der Tragfläche

begann. Im Vorfeld wurde sich für eine etappenweise Durchführung des Vorgangs entschieden um jede erreichbare Nachweisstufe „mitzunehmen“. Also begannen wir, den Flügel mit einem Drehmoment um die Hochachse zu belasten, welches einem äquivalenten Lastvielfachen von $j=1,5$ entsprach. Anschließend wurde über den Kettenzug ebenfalls eine Last aufgebracht, die

dem entsprach. Nachdem dieser Schritt dem Nachweis genüge getan hatte, wurde das o.g. Drehmoment nach einer leichten Entlastung des Flügels auf $j=1,725$ erhöht, um anschließend den ganzen Flügel auf dieser Stufe zu belasten. Nachdem der Flügel auch dieser Belastung standgehalten hatte, galt der Bruchversuch bereits als erfolgreich.

Doch wir wären keine Akaflieger, wenn wir die Dinge nicht ausreizen würden! Deswegen wurde das Moment erneut erhöht, nun auf eine Stufe von $j=2$. Anschließend brachten wir mit dem Kettenzug eine stetig wachsende Belastung auf. Das sollte soweit gehen bis der Flügel brach oder ein Sicherheitsfaktor von $j=3$ erreicht wurde, denn weiter wollten wir aufgrund der immer größer werdenden Energie im System aus Sicherheitsaspekten nicht



Durchführung des Bruchversuchs durch schrittweises Aufbringen einer Belastung mittels Kettenzug (Ulrich Deck) bei ständiger Kontrolle der Versuchsparameter (Laurin Ludmann)



Test-Tragfläche unter hoher Belastung während des Bruchversuchs. Das Durchbiegen des Flügels ist deutlich zu sehen

gehen. Schlussendlich brach der Flügel dann doch noch. Er hielt einer Last von 2020 kg stand, was einem Lastvielfachen bzw. Sicherheitsfaktor von $j=2,8$ zur höchstmöglichen Flugbelastung entspricht. Man könnte nun sagen, der Flügel sei hoffnungslos überdimensioniert. Dies ist jedoch nur bedingt richtig, denn die hohe Sicherheit des Flügels resultiert aus der für die Auslegung maßgeblichen und geforderten Steifigkeit. Durch die Eigenschaften der rückgepfeilten Flügelform musste dieser extrem steif konstruiert sein um das sicherheitskritische ‚Flattern‘ bei hohen Flugeschwindigkeiten zu verhindern. Zusammenfassend kann guten Gewissens gesagt werden: der Bruchversuch war ein voller Erfolg (und vielleicht sogar etwas darüber hinaus)! Nun gilt es, die fliegenden Teile zu bauen.



An der Tragfläche durch den Bruch infolge der gezielten Überbelastung entstandene Schäden



Fotomontage: Die AK-X über der
Fächerstadt Karlsruhe



Projektbericht AK-8

von Kathrin "Chimala" Deck



Die AK-8 während der Flugvorbereitungen für die Erprobungsflüge mit unterschiedlichen Winglets auf dem *Idaflieg*-Sommertreffen

Die AK-8 war auch im Jahr 2016 wieder auf dem *Idaflieg*-Sommertreffen in Aalen-Elchingen mit dabei. Dank der Unterstützung seitens des *Akaflieg*-Dachverbandes und des *Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt* (DLR) konnten weitere wichtige Schritte in der Flugerprobung abgeschlossen, sowie die Eigenschaften der neu entwickelten Winglets erforscht werden.

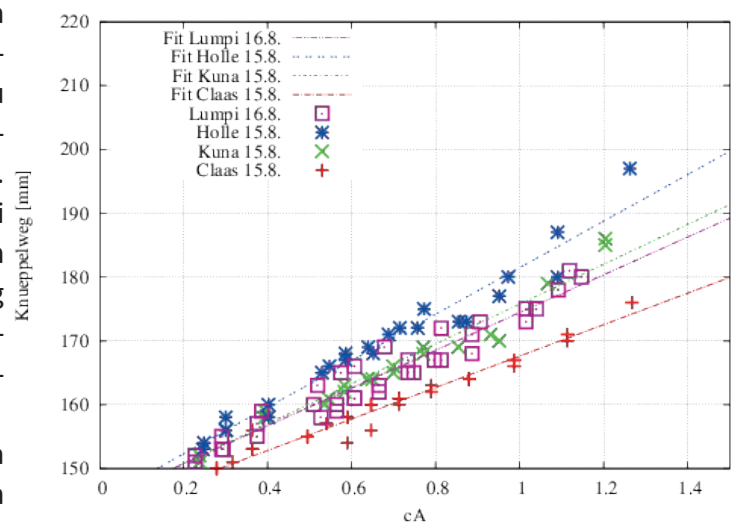
Erprobung der neuen Winglets

Die neuen Winglets wurden im direkten Vergleich zu den alten Winglets getestet, indem Flüge mit einem alten und einem neuen Winglet durchgeführt wurden. Im Geradeausflug zeigte sich dabei eine leichte Tendenz des Flugzeugs, in Richtung des alten Winglets zu gieren. Stärker jedoch waren die Unterschiede im Kurvenflug zu bemerken. Während bei einer Kreisrichtung, bei der das neue Winglet innen war, kaum ein stützender Querruderausschlag nötig war, wurde in der anderen Kurvenrichtung viel stützender Querruderausschlag erforderlich.

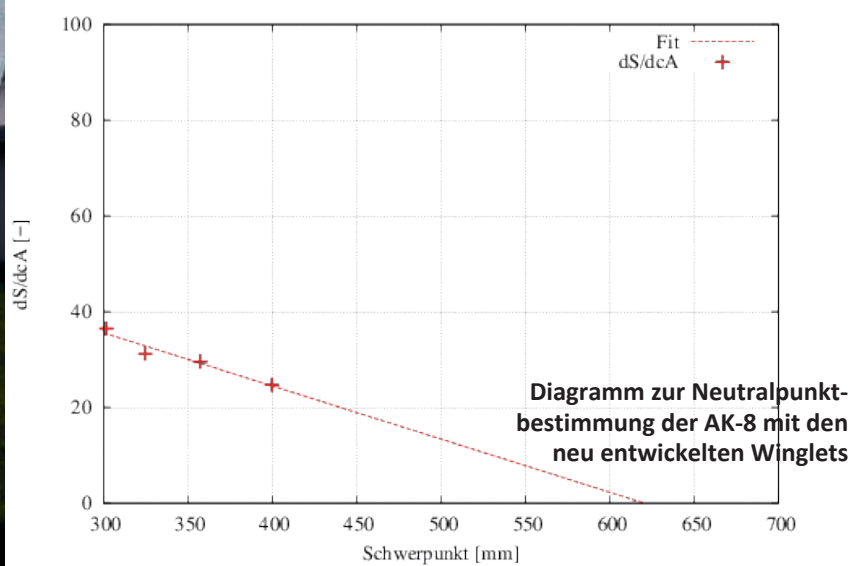
Weiterhin wurden mit den neuen Winglets Anstrichbilder gemacht. Im

ersten Flug wurde dazu eine Geschwindigkeit von 140 km/h gewählt. Im zweiten Flug betrug die Geschwindigkeit 105 km/h. Auf dem Anstrichbild mit 140 km/h war eine Ablöseblase zu erkennen, welche auch im Übergangsbogen kontinuierlich verlief. Bei 105 km/h ließ sich diese hingegen kaum noch erkennen. Da die Blase in ihrer Ausprägung insgesamt gering war, kann bei dem neuen Winglet auf Zackenband verzichtet werden.

Die Lage des Neutralpunktes wurde durch vier Flüge bei vier unter-



Im Diagramm aufgetragene Knüppelwege über c_A in Abhängigkeit der Schwerpunktlage



schiedlichen Schwerpunktlagen ermittelt. Die vorderste lag bei 302 mm hinter Bezugsebene und die hinterste bei 400 mm hinter Bezugsebene, wobei der zulässige Bereich zwischen 280 mm und 450 mm verläuft. Bei den Erprobungsflügen wurden schließlich die Knüppelwege bei Geschwindigkeiten zwischen 80 km/h und 180 km/h gemessen. Daraus ließ sich ein Diagramm, in dem die Knüppelwege für jede Schwerpunktlage über c_A aufgetragen sind, erstellen. Mit Hilfe eines weiteren Diagramms, in dem die Steigungen der Ausgleichsgeraden über den Schwerpunktlagen aufgetragen sind, konnte schließlich der Neutralpunkt ermittelt werden. Dieser stellte sich als Wert auf der x-Achse dar, durch den eine die eingetragenen Punkte verbindende Ausgleichsgerade verläuft. Es ergab sich ein Neutralpunkt, der 600 mm hinter Bezugsebene liegt. Dieser Wert stimmt in etwa mit demjenigen überein, der schon zuvor mit den alten Winglets ermittelt wurde.

Kunstflugerprobung

In fünf Flügen wurde von Martin Theis und Jona Keimer von der *FVA Aachen* die Kunstflugerprobung durchgeführt. Es konnten erfolgreich Loopings, Viertel-Kleeblätter, Humpty Bumps und Turns erprobt werden. Bei der Durchführung der Figuren mit Eintrittsgeschwindigkeiten zwischen 160 km/h und 230 km/h ergab sich eine

Geschwindigkeit von 180 km/h als optimal. Bei langsameren Geschwindigkeiten ließ sich der Looping nicht mehr rund fliegen und auch beim Turn und Humpty Bump war keine senkrechte Linie mehr möglich. Der Humpty Bump gedrückt, so wurde bei der Kunstflugerprobung klar, ist weiterhin nicht zu empfehlen, da die Höhensteuereffektivität in Richtung Drücken nicht ausreichend ist. Ein Humpty Bump gezogen lässt sich jedoch mit einer Eintrittsgeschwindigkeit von 180 km/h sehr gut fliegen. Bei allen erprobten Figuren und mit allen Eintrittsgeschwindigkeiten wurden niemals höhere g-Belastungen als 4,8 g gemessen.

Trudelerprobung mit Wasserballast

Um die Trudelerprobung abzuschließen, mussten noch Flüge mit Wasserballast





durchgeführt werden. Zur Sicherheit wurde wieder das Antitrudelsystem, das schon im Vorjahr verwendet wurde, aufgebaut. Es besteht aus der Trudelkomforte, die am Heck angebracht ist. Daran befindet sich ein Gewichtskasten, in den zur weiteren Verlagerung des Schwerpunktes nach hinten Kies eingefüllt werden kann. Auf der Rumpfunterseite wird der Antitrudelschirm des DLR in seiner Packhülle befestigt. Dieser ist an einer Kupplung, die an der Trudelkomforte befestigt ist, eingeklinkt, sodass er bei Bedarf abgeworfen werden kann. Die Steuerung des Systems erfolgte mittels einer Bowdenzugkonstruktion vom Cockpit aus. Die in der Abbildung sichtbaren Griffe sind zur Öffnung des Gewichtskastens, zur Schirmöffnung und zu dessen Abwurf bestimmt.

Die Trudelflüge wurden von Ulrich Schell durchgeführt. Auch hier wurde zunächst eine mittlere Schwerpunktlage getestet, welche bei 357 mm hinter Bezugsebene lag. In den Tragflächen befanden sich dabei jeweils ca. 60 l Wasserballast. Beim zweiten Flug wurden zusätzlich 7 l Wasser im Hecktank mitgeführt, um die Schwerpunktlage weiter nach hinten (426 mm hinter Bezugsebene) zu

verschieben.

Das Trudeln selbst verlief unkritisch. Es ließ sich gut ein- und auch problemlos wieder ausleiten. Weiterhin war keine Tendenz, aus dem Trudeln in den Spiralsturz überzugehen, festzustellen. Beim Ausleiten betrug die höchste Fluggeschwindigkeit 180 km/h bei einer Belastung von maximal 3 g. Auch das Nachdrehen überschritt einen Winkel von 270° nicht. Auffällig waren jedoch die Oszillationen, die in der weiter hinten liegenden Schwerpunktlage stärker als in der mittleren Schwerpunktlage waren. Es zeigte sich, dass die Nase dabei zur Anhebung bis deutlich über den Horizont neigt.

Betätigungsgriffe zur Öffnung des Gewichtskastens bzw. für Schirmöffnung und-abwurf





Projektbericht AK-9

von Alexander "Mucki" Muckenhirn

DG-1000J im Flug mit ausgefahrenem Strahltriebwerk

Turbo oder Turbine? - diese Frage hat sich schon so mancher Streckenflieger vor der Auswahl eines neuen Modells gestellt und ist bislang zumeist beim Turbo gelandet. Aber warum? Dem wollte die *Akaflieg Karlsruhe* auf den Grund gehen und hat sich vor einigen Jahren auf die Suche nach den wahren Gründen gemacht. Aktuell ist das in unsere DG-1000J implementierte Triebwerk zur Wartung und Reparatur beim Hersteller. Der Zeitpunkt ist also günstig, um einige der bisherigen Erkenntnisse zusammenzufassen:

Wie wird das Triebwerk bedient?

Turbo: Mehrere Knöpfe und Hebel kommen zum Einsatz. Eine ausgiebige Einweisung ist Voraussetzung. Ein Überdrehen des Motors ist möglich und kann zu Motorschaden führen. Hier ist ständige Vorsicht unerlässlich!

Turbine: Ein Kippschalter ermöglicht den Start. Die Turbine läuft vollautomatisch an. Der gewünschte Schub wird über ein Drehpotentiometer eingestellt, wobei ein Überdrehen nicht möglich ist, da die Drehzahlregelung vollautomatisch abläuft.

Was passiert, wenn das Triebwerk nach dem Ausfahren nicht anläuft?

Turbo: Das Eigensinken wird vergleichs-

weise groß. Bei einer Landung mit ausgefahrenem Triebwerk auf unebenem Boden kann das Triebwerk Schaden nehmen, da es sehr schwer und der Hebelarm der Ausfahrkinematik sehr groß ist.

Turbine: Das Eigensinken ist aufgrund der Durchströmung und der Stromlinienform der Turbine vergleichsweise gering. Bei einer Landung mit ausgefahrenem Triebwerk auf unebenem Boden sind Schäden am Triebwerk unwahrscheinlich, da das Triebwerk sehr leicht ist.

Wie zuverlässig ist das Starten des Triebwerkes?

Turbo: in der Regel zuverlässig

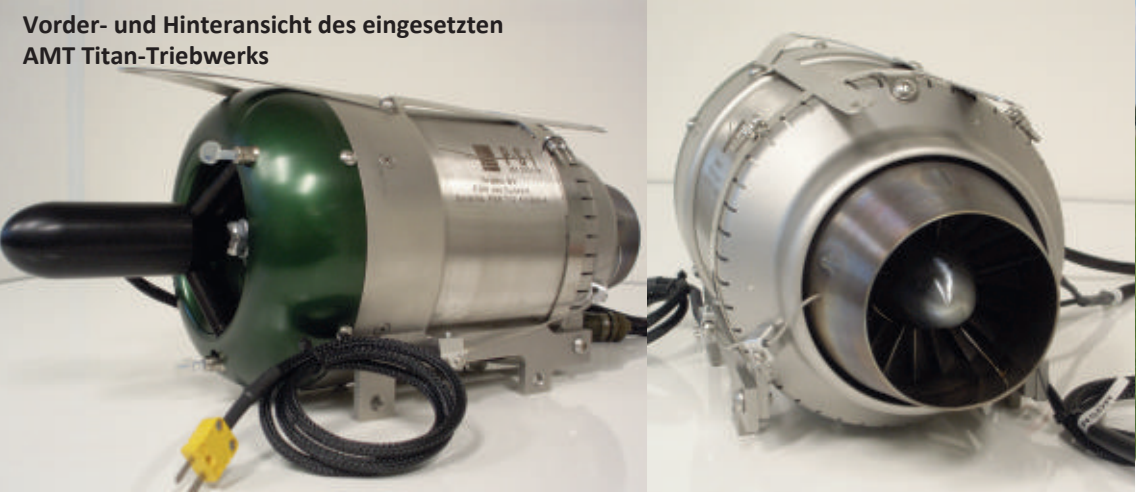
Turbine: in der Regel zuverlässig. Aktuell gibt es hier allerdings Probleme (siehe nächste Seite).

Wie weit kommt man mit 20 l Treibstoff (bei ruhigem Wetter und ohne Gegenwind)?

Turbo: 70 min bei 90 km/h mit 0,7 m/s Steigen (Sägezahnverfahren) —> ca. 200 km (geschätzte Werte einer DG-1000T)

Turbine: 15 min bei 100 km/h mit 0,7 m/s Steigen (Sägezahnverfahren nicht nötig, da nur ca. 700 m gestiegen werden kann) —> ca. 50 km (in der Erprobung der DG-1000J ermittelte

Vorder- und Hinteransicht des eingesetzten
AMT Titan-Triebwerks



Exemplarisches Turbo-Triebwerk
mit fünfblättrigem Propeller und
Kolbenmotor



Werte). Dies ist insbesondere auf den geringen Vortriebswirkungsgrad von Strahltriebwerken bei den verhältnismäßig geringen Fluggeschwindigkeiten von Segelflugzeugen zurückzuführen.

Wie aufwendig ist die Wartung?

Turbo: Das Triebwerk muss nach 25 Betriebsstunden oder spätestens jedes Jahr gewartet werden. Alle 200 Stunden ist eine erweiterte Überholung durch den Hersteller fällig.

Turbine: Das Triebwerk sollte alle 25 Betriebsstunden vom Hersteller überprüft und gewartet werden.

Doch nun zum aktuellen Stand des Projektes: Die bisherigen Turbinentester der *Akaflieg Karlsruhe* mussten leider eine deutliche Verschlechterung des Anlaufverhaltens des Triebwerkes über den Testzeitraum verzeichnen. Zu Anfang des Projekts sprang es bei jedem Versuch problemlos an – in der jüngsten Erprobungsphase leider nur noch sehr unzuverlässig und ohne das durch die Durchströmung bei höheren Fluggeschwindigkeiten verursachte sogenannte ‚Windmilling‘ (Windmühlen-Effekt). Aus diesem Grund wurde das Triebwerk Ende August 2016 zur Kontrolle an den Hersteller gesandt. Gegen Ende des Jahres dann die Reaktion: Die zur Initiierung der Verbrennung eingesetzte Keramik-Glühkerze war abgenutzt und wurde, zusammen mit dem Kerosinbrenner-Assy ersetzt, das Kerosinstartsystem upgegradet und der Brennerring eingeebnet.

Da das Triebwerk im März 2017 nach langen Monaten des Wartens an die *Akaflieg Karlsruhe* zurückgesandt wurde, kann nun, nach dem Einbau in die DG-1000J, die Versuchsphase fortgesetzt werden. Zur zeitnahen Erprobung soll in der Flugsaison 2017 dabei primär der bereits im letzten Jahr gefertigte schalldämpfende Ejektor kommen. Dieser soll den Schub des Triebwerkes erhöhen und gleichzeitig eine Verringerung der Schallemissionen bewirken.

Es ist wahrscheinlich noch ein weiter Weg, bis Strahltriebwerke Einzug in das Streckensegelflugsegment erhalten werden. Doch die *Akaflieg Karlsruhe* wird das Projekt weiterhin vorantreiben – frei nach ihrem Motto „Forschen, Bauen und Fliegen“!

Daten: AMT Titan MK-6/PSR JetSystem T-02

Max. Schub	392 N (40 kg)
Max. Drehzahl	98.000 U/min
Verdichtungsverhältnis	3,8 : 1
Abgastemperatur	780 °C
Verbrauch (Vollast)	1,4 l/min
Trockenmasse	4,0 kg
Dimensionen	385 x 147 mm
Treibstoff	Jet A1 – JP-4
Luftdurchsatz	0,66 kg/s



Gruppenbild der aktiven
Mitglieder der Akaflieg Karlsruhe

Professorenfliegen-Bericht

von Philipp "Schmied" Schmidt



Am 6. Mai 2016 fand auf dem Segelfluggelände in Rheinstetten wieder einmal das *Akaflieg*-Professorenfliegen statt. Etwa fünfzehn Professorinnen und Professoren - teilweise mit Familie - besuchten uns auf dem Flugplatz. Natürlich hatten die Organisatoren daran gedacht bei Petrus bestes Wetter zu bestellen und so konnten die Helfer schon morgens im Sonnenschein unsere DG-1000J und die zu dem Zeitpunkt noch ganz besonders werksfrische ASG 32 aufbauen.

Nach einem ausführlichen Briefing für die Gäste, in dem es um sicheres Verhalten auf dem Flugplatz und natürlich die Grundlagen der Flugzeugbeherrschung ging, wurde der Flugbetrieb begonnen. Da jeder Flug von einem Fluglehrer durchgeführt wurde, konnten die geladenen Begleiter

die Aussicht über Karlsruhe und sogar die eine oder andere Kunstflugfigur jeweils vom vorderen Sitz genießen. Außerdem hatten sie so die Möglichkeit, probeweise selbst das Steuer zu ergreifen. Dabei wurden natürlich fleißig Fotos geschossen, welche nun sogar in Vorlesungen bestaunt werden können.

Neben den beiden Doppelsitzer-Segelflugzeugen bauten wir auch das 1:2-Modell der AK-X auf, das von den Professoren genau inspiziert wurde, während sie von den anwesenden Mitgliedern der *Akaflieg Karlsruhe* über das Projekt und dessen aktuellen Stand informiert wurden.

Mit unseren ambitionierten Plänen, der guten Verpflegung (es gab selbstverständlich Kaffee, Kuchen und Gebrilltes) und unserem charmanten Team am Boden und in der Luft konnten wir beeindrucken und neue Kontakte zu einigen Instituten gewinnen. Viele der Professoren (und insbesondere deren Familien) sagten bereits für eine Wiederholung zu. Dies zeigt uns, dass die *Akaflieg Karlsruhe* einen bleibenden Eindruck hinterlassen hat und somit auch ihre Bekanntheit am KIT gestiegen sein dürfte – also ein durchweg positives Resultat! In der Folge soll das Professorenfliegen nun nach Möglichkeit jedes Jahr stattfinden.



Aufenthaltsbereich für die teilnehmenden Professoren (und deren Familien) mit Sitzmöglichkeiten, Sonnenschutz und Verpflegung in unmittelbarer Nähe zum Start-Kontrollbus

Frühjahrsschulungslager-Bericht

von Alexander "LX" Springer



Von 2. bis 17. April 2016 konnten wir endlich den Winter hinter uns lassen und wieder die ersten Runden um den Flugplatz in Rheinstetten drehen. Mit dem Frühjahrslager haben viele der neuen Interessenten ihre Flugausbildung begonnen. Die meisten von ihnen sind mittlerweile aktive Mitglieder der *Akaflieg Karlsruhe* – es scheint das Fliegen ist ein guter Ansporn für Engagement im Verein. Das Wetter war im Vergleich zum letzten Jahr, in dem die Hälfte des Frühjahrsschulungslagers ins Wasser fiel, deutlich besser.

Zu Beginn lief wegen des großen Andrangs an überprüfungsstartbedürftigen Piloten und dem Umstand, dass so viele neue Flugschüler auf dem Flugplatz waren, der Schulbetrieb etwas träge. Schnell aber konnte die Effizienz des Flugbetriebs (selbstverständlich durch Anwendung hochgradig wissenschaftlicher Methoden) erheblich gesteigert werden und es wurden beste Startintervalle erreicht. Hierbei ist natürlich insbesondere vom Doppelsitzer, der DG-1000J, die Rede, die die Schulung der Doppelsitzer-Schüler zunächst alleine stemmen musste. Die einsitzigen Schüler hatten solche Probleme traditionellerweise nicht und konnten üppige Flugzeiten und Startzahlen erreichen.

Ebenso war der Erstflug unseres neuen

Flaggschiffs, der ASG 32, am ersten Wochenende des Lagers ohne Probleme aber mit viel Spaß der Beteiligten verlaufen. Zum Leid der neuen Flugschüler war dieser Hochleistungs-Doppelsitzer zunächst nicht zu Schulung zugelassen, weswegen der Andrang auf die DG-1000J unverändert groß war. Einige besonders forschende Schüler haben es trotzdem geschafft auf einen Probeflug mitgenommen zu werden. Der erste von ihnen trug auch direkt einen neuen Spitznamen davon: ‚DekaFlu‘, die Kurzform von ‚Dekadenz-Flugschüler‘.

Durch eine Kette unglücklicher Umstände war unsere eigene Winde leider nicht betriebsbereit. Somit wurde die Durchführung des Lagers hauptsächlich durch die meist vom inoffiziellen Windenschlepp-Weltmeister Detlev Wittber besetzte Winde des Ettlinger Flugvereins ermöglicht. An dieser Stelle herzlichen Dank für die Rettung unseres Fluglagers!

Zum Ende hin hatten wir auch einen Freiflug, nämlich von unserem Mitglied Alexander „LX“ Springer, der schon im Vorjahr angefliegen war.

Trotz erschwelter Bedingungen hat die *Akaflieg Karlsruhe* es also aufs Neue geschafft, ein erfolgreiches Fluglager zu stemmen!

Pfingstlager-Bericht

von Matthias "Pfälzer" Röser

Auch im Jahr 2016 stand beim Pfingstlager der *Akaflieg Karlsruhe* insbesondere der Leistungs- und Streckensegelflug im Fokus. Bei der Suche nach einem geeigneten Veranstaltungsort mit entsprechend hohem Thermikaufkommen fiel der Blick auf den Übersberg, einem schönen Segelfluggelände auf der Schwäbischen Alb, das rund 120 km von Karlsruhe entfernt liegt. Aufgrund des Wetters vor Ort wurde die Anreise zunächst vom Freitag (den 13. wohlgemerkt) auf Samstag verschoben, da die Motivation für einen Aufbau der Zelte im Regen bei den Teilnehmern gering war. So machte sich eine Vorhut von Akafliegern schließlich auf dem Weg und baute ihr Zeltlager auf. Aufgrund der sich bessernden Wetterlage trudelten im Laufe der nächsten Tage immer mehr Teilnehmer ein, die den einen oder anderen Start abgreifen wollten. So konnte am Sonntag endlich erste Flugtag des Lagers eröffnet

werden, welcher trotz mäßiger Wettervorhersage die eine oder andere nutzbare Thermik mit sich brachte und manchem Piloten etwas Flugzeit bescherte. Leider verschlechterte sich das Wetter am folgenden Tag wieder, sodass sich zwei unterschiedliche Interessensgemeinschaften bildeten: Während sich ein kleiner und unerschütterlicher Teil der Akaflieger trotz der schlechten Wettervorhersage morgens dazu entschied, einen Flugbetrieb auf die Beine zu stellen, nutze ein Großteil der Gruppe die Gelegenheit für einen kulturellen Ausflug in die Umgebung. Man entschied sich kurzerhand für einen Besuch in der Nebelhöhle Lichtenstein. Später am Tag fing es dann schließlich an zu regnen, so dass auch der Flugbetrieb wieder eingestellt werden musste.

Am Abend bestand dann die Möglichkeit bei einem gemütlichen Bier den Tag revue passieren zu lassen. Beim abschließenden Briefing wurde das Fliegen dann auch immer produktiv abgeschlossen, da eine Aufteilung der Flugzeuge für den folgenden Tag eingeführt wurde. So konnte jeder Pilot seinen Flugzeugwunsch äußern und eine möglichst gerechte Verteilung der vorhandenen Flugzeuge und Fluglehrer war möglich. Nachdem der Regen überstanden war, konnte man an den beiden darauffolgenden Tagen wieder den Überlandambitionen nachgehen. Damit gekoppelt konnte ein erstaunlich



Typisches Akaflieg-Zeltlager am
Rande des Flugplatzes Übersberg

plötzlicher Anstieg der Zahl anwesender Teilnehmer verzeichnet werden.

Obwohl die vorausgesagten thermischen Aktivitäten hinter den allgemeinen Erwartungen zurückblieben, konnte ein Flugschüler dank seines eisernen Willens den in der Flugausbildung obligatorischen 50 km-Streckenflug verzeichnen, was gegen Abend mit Steak und Bier gefeiert wurde.

Am Mittwoch herrschte schließlich das vielfach herbeigesehnte Segelflugwetter und die Piloten konnten ohne Risiko Überlandflüge wagen. Es war in der Folge der ein oder andere Flug über 100 km zu vermelden. Leider stellte dieser sonst so fliegerisch-erfolgreiche Tag auch den letzten Flugtag der AK-5b im Pfingstlager dar, da das Flugzeug wegen einer unglücklichen Landung einer Wartung unterzogen werden musste.

Bis auf einen fliegerisch wenig erbaulichen Tag, an dem die Gruppe sich für Besuch des Kletterparks am Schloss Lichtenstein entschied, boten



die restlichen Tage des Fluglagers noch einmal die Möglichkeit, die Schwäbische Alb ohne Motor zu erkunden. Selbst auf dem traditionell sehr ausgelasteten Schulungsdoppelsitzer DG-1000J konnten Tagesflugzeiten von 6 bis 7 Stunden erzielt werden. Das Fluglager wurde schließlich mit einem guten Essen am Hofgut Übersberg angemessen beendet.



Nächtliche Sicht ins Tal vom Übersberg

Alpenfluglager-Bericht

von Nina Heide

Panorama-Bilderkollage des Alpenhochlands von oben

Vom 4. bis 8. Juli 2016 erkundeten zwei DG-1000 und eine ASG-29 unter der Leitung des *Akaflieg*-Fluglehrers Albert „Abi“ Kießling die Alpen vom Startplatz Ohlstadt-Pömetried, ehemals Eschenlohe, aus.

Am ersten Tag wurde nur ein kleines Stück in die Berge geflogen, vorbei an der Zugspitze, welche zum ersten Mal aus dem Flugzeug betrachtet äußerst imposant war.

Am zweiten Tag flogen wir zunächst zum Chiemsee und noch ein wenig weiter in die Voralpen, da die Wolkenbasis noch sehr tief hing. Das Alpenpanorama ließ uns auf den nächsten Tag hoffen – und wir hatten Glück: Die Basis war am Folgetag höher und wir konnten unseren ersten richtigen Ausflug in die Berge unternehmen. Als wir Samedan hinter uns gelassen hatten, flogen wir weiter bis zum Paso del Bernina, bei welchem wir aus fast 4000 Metern Höhe den

Gletscher von oben bestaunen konnten. Die Unterschiede des Hochgebirgsfliegens im Vergleich zum Fliegen im



Flachland wurden schnell offensichtlich. Thermischen Aufwinden, die effektiv weniger als 2 m/s Steigen brachten, wurde kaum mehr Aufmerksamkeit geschenkt, denn bei oftmals mehr als 5 m/s Sinken in Abwinden beim Erwischen einer falschen Linie oder beim nicht zu vermeidenden Flug durch ein Lee bringen einen diese für Alpenverhältnisse nicht schnell genug nach oben. Ein wenig enger als bei uns sollte man ebenfalls kurbeln und sich dazu noch darauf einstellen, alle losen Teile im Cockpit gut zu befestigen: Dem ein oder anderen flog bei den hohen Beschleunigungen der Proviant um die Ohren.

Weiterhin stellten wir fest, dass der Wechsel von einer komfortablen Höhe in eine sehr kritische Höhe mit dem Außenlandefeld im Blick deutlich schneller geht als es bei uns im



Morgendliche Flugvorbereitung auf dem Flugplatz Ohlstadt-Pömetried

Flachland der Fall ist. Es reicht durchaus ein oder zwei Minuten auf der falschen Talseite zu fliegen, wenn man die Änderung des Sonnenstandes und die Windverhältnisse nicht sorgfältig genug berücksichtigt hat.

An zweien unserer Flugtage hatten wir Glück und konnten gegen Abend noch kleine Leewellenflüge zwischen Ohlstadt und der Zugspitze genießen.

Gerne wären wir bis in die Nacht geflogen, die frostigen Temperaturen, auf welche wir in kurzen Hosen natürlich nicht gerade optimal vorbereitet waren, sorgten aber letztendlich für Landungen bei Sonnenuntergang.

Insgesamt hatten wir eine spannende und lehrreiche Zeit in Ohlstadt – wir konnten uns im Teamflug inklusive des Kreisens auf ähnlichen Höhen in enger Bergthermik, im Hangflug und in der Navigation unter erschwerten Bedingungen üben bzw. weiterbilden und

Blick von oben auf die Seilbahn-Gipfelstation der Zugspitze



dabei sogar noch traumhafte Ausblicke genießen!

An dieser Stelle bleibt ein großes Dankeschön an Abi auszusprechen, der uns sicher durch die Berge geleitet hat und von dem wir viel Neues über die Berge und das dortige Fliegen lernen durften!

Von der Tragflächenspitze aus aufgenommenes Bild der DG-1000J vor einem Bergmassiv



Herbstschulungslager-Bericht

von Andreea Tulbure



Auch im Jahr 2016 fand das *Idaflieg*-Herbstschulungslager traditionellerweise wieder bei der *Akaflieg Karlsruhe* statt. Das Fluglager zum Ende der Saison stellte dank der vielen zur Verfügung stehenden Flugzeugtypen und dem feucht-fröhlichen Bergfest wie immer ein Highlight sowohl für Flugschüler, als auch für Scheinpiloten dar. Zwischen 03. und 16. Oktober konnten wir sieben weitere *Akafliegs* bei uns begrüßen: München, Aachen, Hannover, Esslingen, Darmstadt, Dresden und Berlin.

Das Lager begann mit zwei guten Nachrichten: Die Organisation war dieses Mal deutlich einfacher durchzuführen, was die Abstimmung mit den übergeordneten Landesverbänden betraf. Damit die Fluglehrer aus den verschiedenen *Akafliegs* trotzdem den Überblick über ihre Schützlinge behielten, bekam jeder Teilnehmer ein buntes Bändchen an die Hand, welches den Verantwortlichen auf dessen Ausbildungsstand hinwies. Neben dem geringeren Bürokratieaufwand war die andere gute Nachricht, dass unsere Winde nach fast einem Jahr Zwangspause wieder betriebsfähig war. Im Vergleich zum letzten Jahr gab es nur wenige richtige Seilrisse, die den Windenfahrern das Leben erschwerten. Dafür wurden aber viele Seilriss-

übungen durchgeführt. Da die Winde nun wieder lief, konnten auch endlich die ins Stocken geratenen Windenfahrerausbildungen nachgeholt werden. Neben den guten Nachrichten gab es aber auch etwas zu bemängeln: Leider wollte das Wetter dieses Jahr nicht so richtig mitspielen. Zwar fanden wir fast immer fliegbare Bedingungen vor, doch die Thermik blieb deutlich hinter der der letzten Jahre zurück. Teilweise hatten wir mit schwierigen Windverhältnissen zu kämpfen und der Nebel hat uns auch nicht in Ruhe gelassen, weswegen leider nur an einem Morgen ein Sunrise-Fliegen möglich war. Immerhin stand uns die Morane mitsamt unseres Flugzeugschlepppiloten Kalman zur Verfügung, was uns die Durchführung vieler Trudeleinweisungen, F-Schlepp-Berechtigungsstarts und notwendiger AK-5-Erprobungsflüge ermöglichte.



Vorbesprechung der Erprobungsflüge der AK-5 während des Herbstschulungslagers



SF-27a unmittelbar vor dem Windenstart



Abendliches Beisammensein im Versammlungsraum der Werkstatt der Akaflieg Karlsruhe

Für die Typenrunden-Jäger sah es dieses Jahr gut aus: Insgesamt konnten elf verschiedene Flugzeugtypen geflogen werden. Die AK-5b wird für einen der Teilnehmer in besonderer Erinnerung bleiben: Er hat mit unserem Prototyp seinen hundertsten Segelflugzeugtyp abgearbeitet. Zudem waren mit der SF27a, einem Flieger in Gemischtbauweise, und der neuen ASG 32 zwei Prachtexemplare am Platz. Auf diesen konnten dann sogar die erfahrenen Fluglehrer noch Typenrunden sammeln. Doch auch die gängigen Modelle konnten auf dem Lager geflogen werden: Mit DG-1000J, DG-1000S, ASK 21, Duo Discus, LS4b, AK-5, AK-8 und ASW 15b war genug Abwechslung vorhanden. Bemerkenswert war im Übrigen, dass im Vergleich zu den vergangenen Jahren recht wenige Reparaturen an den Flugzeugen notwendig waren.

Beim feierlichen Höhepunkt des Lagers, dem Bergfest, waren rund 70 Akaflieger anwesend. Dieses Jahr hatten wir einen ganz besonderen Grund zum Feiern: Das Bergfest wurde zum AK-X-Bruchversuch-Fest. Dazu reisten extra Leute aus Hannover an und einige Aachener ließen sich nicht lumpen und flogen sogar mir deren Remo ein. Zwei Flugschüler haben sich mit dem Bergfest einen denkbar ungünstigen Zeitpunkt für einen entscheidenden Schritt in ihrer fliegerischen Laufbahn ausgesucht: Deren traditionelles Verhauen nach den ersten Alleinflügen wurde zu einem

Idaflieg-Ereignis mit großer Personen- zahl. Die beiden werden sich wohl mit gemischten Gefühlen an das Bergfest erinnern.

Trotz der herbstlichen Kälte auf dem Flugplatz konnte über die gesamte Dauer des Lagers ein hocheffizienter Flugbetrieb auf die Beine gestellt werden. So wurde das morgendliche Aufrüsten und das abendliche Abrüsten mit einem sehr schnellen Zurückholen der Flugzeuge nach deren Landung ergänzt. Im Ergebnis können wir auf Tage mit über 80 Starts auf einer Winde zurückblicken. Auch fanden während der zwei Wochen fünf Alleinflüge statt, von denen es drei Piloten sogar noch im Laufe des Lagers auf Einsitzer geschafft haben.

Die Bilanz zum Ende der Veranstaltung fiel mit fast 1000 Starts, 5 Alleinflügen, einigen F-Schlepp- und Windenstartberechtigungen, mehreren frischen Windenfahrern, vielen Typenrunden, wenigen Seilrissen und einer Menge Spaß absolut positiv aus.



Hochprofessionelle Flugzeug-Rückholaktion mit dem flugplatzeigenen Traktor

Leistungen der besonderen Art

Es schaffte(n)...:

- Andreea die historisch kürzest-entfernte Außenlandung mit 150m Entfernung zum Lande-T zu vollbringen
- Peter und Welle infolge geballter Fluglehrer-Überkompetenz eine Außenlandung in Ettlingen mit der ASG 32
- Max beim Schieben des 32-Hängers erst das Abreißseil und anschließend nochmal den Stecker abzureißen
- Ein BNN-Journalist nicht zuzuhören
- Der AK-X-Bruchflügel einen Sicherheitsfaktor von $j=2,8$
- Pfälzer auf dem Rückholstreifen zu landen
- Schmied, ca. 5 Arbeitsstunden, um einen simplen Zaundrahtkäfig für die Lagerung von Getränken zu fertigen, auf mehr als ein Jahr zu verteilen
- Schmied, sich beim Verhauen von Freddy (1. Alleinflug) eine knallrote rechte Handfläche zu holen
- Pfälzer für seine ÜLP mehr Runden als Flüge zu brauchen
- Pfälzer beim Theorietest eine Seite zu übersehen
- Nina und Kathrin im Smartphone-Zeitalter anzukommen
- LX den Zöfi mit so wenig Sprit im Tank vor der Werke abzustellen, dass er nicht mehr startete
- Die Werke tatsächlich Benzin in einem Kanister auf Lager zu haben
- Pfälzer die Schadensmeldeapp zu entdecken und direkt zu missbrauchen
- Pfälzer mit einer Tischkante zu schwätzen
- Bo sich Nachwuchs an
- Holle die Lizenz zum Cessnafahren
- Azubi beim Camembert backen den Backofen in Brand zu setzen
- LX, Max, Schmied, Lennart, Deki und Freddy den ersten Alleinflug
- Laurin, Azubi, Barbie, Patse, Vögler, Dominic und Pfälzer die Überlandprüfung (ÜLP)
- Laurin, Barbie und Fifi den 50km-Flug
- Fifi, Laurin, Barbie, Patse und Pfälzer die Segelfluglizenz
- Die Aktiven während der Aktivenversammlung die Holmgurte für den AK-X Bruchflügel zu bauen
- Die Akaflieg Karlsruhe 9 Interessenten auf einmal zu aktivieren
- ...davon 1/3 Frauen

Sprüche:

- Nina: "Ich bin ja generell dafür, dass Frauen fliegen lernen, aber [Pause]..."
- Vögler: "Scheiß CATIA! Jedes Programm kann gerade Linien, sogar Paint kann gerade Linien!"
- Patse zu Pfälzer: "Du weißt ja, warum das Baden-Württemberg heißt, und nicht andersrum." Pfälzer: "...". Patse: "Ja, der Mist kommt halt vor der Schaufel."
- Laurin: "Wer ist denn heute FI?" Ken: "Der Peder, aber der kommt heut a weng speder!"
- Schmied: "Die AFH 22 ist die Totgeburt des deutschen Segelflugzeugbaus!"
- Unbekannter Pilot im Schwäbischen Bauernfunk (125.70), nachdem sich MiniPi und Welle (zu) ausgiebig über das Biertrinken nach der Landung unterhalten: "Landet jetzt endlich und trinkt euer Bier, dass endlich Ruhe im Funk ist"
- Barbie: "Bekomm ich auch Nudeln?" Kathrin: "Nein, du bist auf Diät sonst mag Ken dich nicht mehr."
- Uli: "Und das Stahllineal noch aufräumen" Ken: "Was? Stalingrad aufräumen?"
- Pfälzer auf der Autobahn nach KA: "Wenn die Autobahn voll ist geb ich einfach noch mehr Gas."
- Max zu Pfälzer: "Schütte jetzt nicht noch mehr Brand ins Feuer"
- Kathrin auf dem Weg zurück von Berlin: "Kann ich jetzt endlich die Nebelschlussleuchte einschalten? Es ist so trüb hier!" Patse: "Nein, deine Scheibe ist nur dreckig!"
- Pfälzer: "Wenn man vom Pfälzer spricht, kommt ein Badener zur Tür rein."
- Peter: "Wir könnten ja mal Muttifliegen machen. Jeder Akaflieger bringt seine Mutter mit zum Flugplatz." Darauf Uli: "Herrscht bei dir so ein Notstand oder was ist los?"
- Patse als Vollblutschwabe: "Also wenn ich die Wahl hätte entweder Bayer oder Badenser zu sein, würde ich Badenser nehmen."
- Kathrin: "Muss ich jetzt Angst haben, weil deine Windowskamera auf mich gerichtet ist?" Patse: "Nein, da hab ich ausversehen mit Aceton drüber gewischt, weil ich die Flaschen verwechselt hab. Die ist trüb."
- Korny: "Hey lass uns mal die Kathrin in Australien besuchen!" Patse: "Weisch du was des koschd!!" Kathrin "Nur weil du Schwabe bist, außerdem bist du ja auch Pole... klau dir doch einfach ein Flugzeug!"
- Die Antwort eines unbekannten Profs auf die Einladung zum Professorenfliegen: "Vielen Dank für das freundliche Angebot. Es ist sehr verlockend, aber weder werde ich an dem angedachten Tag in Karlsruhe sein, noch in den folgenden Monaten und Jahren Zeit und ausreichend Interesse finden, mich Ihren Belangen zu widmen."
- Pfälzer zu Ken: "Du bist doch ne Frau, magst du mir nen Kaffee machen?" Ken: "Du bist doch ein Mann, magst du meine Einkaufstüten schleppen?"
- Ken: "Können wir nicht den Wald am Flugplatz abbrennen?" Alex: "Das klingt nach einem neuen Interessentenprojekt!"
- Ken zu Barbie: "Hey Pate! ... Hey Püppchen!" Max schaut auf. Barbie: "Darauf reagier ich erst recht nicht." Max: "Aber ich!"
- Nina: "Bei Frauen ist das Regelungssystem nicht immer so zuverlässig..."
- Max kann beim Theorietest die Karten nicht zusammenfalten: "Ich bin eh schon durchgefallen."
- Segelflugromantik über dem Karlsruher Dampfkraftwerk: Als Gastinsasse Fifis Papa: "Das haben wir damals gebaut" Hardy: "Dagegen haben wir damals protestiert"

Akaflieg Karlsruhe

Mitglieder und Vorstand

Ordentliche Mitglieder:

Alexander "Mucki" Muckenhirn
Alexander "DekaFlu" Schmidt
Alexander "LX" Springer
Andreea Tulbure
Benjamin "Bambini" Korb
Christopher Schnur
Dominic Pöppe
Dorothee Adenacker
Frederik "Meica" Heise
Georg "Schorsch" Fahland
Jonathan "JoyBoy" Gräßer
Kathrin "Chimala" Deck
Laurin Ludmann
Lennart Beneke
Marcel "Honk" Hanke
Marina "Ken" Golgath
Marvin "Vögler" Narr
Matthias "Pfälzer" Röser
Maximilian Dreisbach
Oliver "Barbie" Oettinger
Patrick "Patse" Ruppik
Philipp "Schmied" Schmidt
Sebastian "Fifi" Beichter
Simon "Azubi" Grafenhorst
Susanne Radosavljevic
Ulrich Deck

Außerordentliche Mitglieder:

Christian Grams, Werkstattleiter

Ehrenmitglieder:

Prof. Dr.-Ing. Karl-Otto Felsch
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Weule
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing E.h. Dr. h.c. mult. Sigmar Wittig
Prof. Dr.-Ing. Martin Gabi

In die Altherrenschaft traten über:

Daniel "Krüger" Reichert
Dominik "Julia" Krahe
Konstantin "Korny" Hub
Nina Heide

Ausgeschieden sind:

Dmitriy Shingarey
Johannes Müller

Vorstand (Amtsperiode 01.01.2016 bis 31.06.2016):

1. Vorsitzender: Simon Grafenhorst
2. Vorsitzender: Patrick Ruppik
Schriftführer: Jonathan Gräßer
Kassenwart: Sebastian Beichter

Vorstand (Amtsperiode 01.07.2016 bis 31.12.2016):

1. Vorsitzender: Simon Grafenhorst
2. Vorsitzender: Patrick Ruppik
Schriftführer: Frederik Heise
Kassenwart: Sebastian Beichter

Vorstand (Amtsperiode ab 01.01.2017):

1. Vorsitzender: Simon Grafenhorst
2. Vorsitzender: Patrick Ruppik
Schriftführer: Frederik Heise
Kassenwart: Sebastian Beichter

Vorstand der Altdamen-/Altherrenschaft:

Sprecher: Martin Schneider
Schriftführer: Claus Lindau
Kassenwart: Eckhard Strunk

Danksagungen

Dank unseren Spendern, Unterstützern und Förderern!

Ohne Spender, Unterstützer und Förderer, ob ideell oder materiell, wären unsere Arbeiten nicht zu realisieren. Ihr Vertrauen ist uns Verpflichtung und Ansporn zugleich, ihre Unterstützung und unser Engagement bestmöglich für die Forschung einzusetzen.

Vor allen anderen sind wir dem **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)** zu Dank verpflichtet:



- Das KIT stellt uns über das **Fachgebiet Strömungsmaschinen (FSM)** die Infrastruktur bereit, die es uns ermöglicht, unserer Projektarbeit nachzugehen.



- Ein großer Dank geht an das **Institut für Thermische Strömungsmaschinen (ITS)**, insbesondere an Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c.mult. Sigmar Wittig für die umfangreiche Unterstützung des Turbinenprojekts.



Eine weitere unersetzliche Säule unserer Arbeit stellt die finanzielle Förderung durch die **KSB-Stiftung** dar, die unsere Forschungsvorhaben Jahr für Jahr maßgeblich unterstützt.

Die Unterstützung, die uns die **Traditionsgemeinschaft "Alte Adler"**, die Vereinigung deutscher Luftfahrtpioniere, gewährte, war uns eine besondere Ehre.

Doch unverzichtbar sind auch die zahlreichen Zuwendungen von Privatpersonen und Firmen, die uns mit Sach- und Geldspenden großzügig fördern. All sie sind Garanten für die erfolgreiche Fortführung der seit fast einem Jahrhundert währenden Forschungstätigkeit der Akademischen Fliegergruppe am Karlsruher Institut für Technologie!

Spenderliste 2016

Privatspenden:

Andreas Klenk
Bernd Schmitt
Boris Schneider
Christian Bentz
Christian Wurm
Christoph Etspüler
Dirk Münzner
Erik Braun
Florian Eisele
Franz Haas
Franz Karl Becker
Friedrich Diehl
Hartmut Weule
Holm Friedrich
Karl-Walter Bentz
Kurt Stumpfrock
Michael Wilkens
Norbert Mankopf
Rainer Ellenberger
Ralf Müller
Reinhard Dechow
Reinhard Kraemer
Richard Paul
Robert Zurrin
Thomas Engelhardt
Timo von Langsdorff
Wieland König
Wilfried Wieland
Wilhelm Lang
Wolfgang Lieff
Wolfgang Zehnder

Stiftungsspenden:

KSB-Stiftung



Traditionsgemeinschaft Alte Adler e.V.



Karlsruher Universitätsgesellschaft e.V.



Besonderer Dank richtet sich an:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.



Firmenspenden:

Adolf Würth GmbH & Co. KG



Alfred Kärcher Vertriebs-GmbH



Alfred Spindelberger Fahrzeugtechnik GmbH



allbuyone GmbH



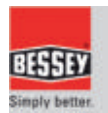
Alois Schmitt GmbH & Co. KG (Eisen-Schmitt)



B. Braun Melsungen AG



BESSEY Tool GmbH & Co. KG



Boll & P. Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG



C. Cramer Weberei GmbH & Co. KG (ECC)



Conrad Electronic SE



DG Flugzeugbau GmbH



DIAB GmbH



Die Zwinge/Firma Stefan Muth



Dietrich GmbH & Co. KG



edding International GmbH



Evonik Industries AG



f.u.n.k.e. AVIONICS GmbH



Gerlinger GmbH & Co. KG (Gerband)



Hexion Inc.



Hoffmann GmbH Qualitätswerkzeuge



IVT Innovative Versorgungstechnik GmbH



Jost Chemicals GmbH



LIQUI MOLY GmbH



Mesko-Pinsel GmbH



Metall GmbH Müller & Welte



Mozart AG



NECUMER GmbH



OBO-Werke GmbH



P-D INTERGLAS TECHNOLOGIES GmbH



PRECITool Werkzeughandel GmbH & Co. KG



R&G Faserverbundwerkstoffe GmbH



Schaeffler Technologies AG & Co. KG



Schempp-Hirth Flugzeug-Vertriebs GmbH



SOKUFOL FOLIEN GmbH



Toho Tenax Europe GmbH



Tost GmbH Flugzeuggerätebau



UVEX ARBEITSSCHUTZ GmbH



WingsAndMore GmbH & Co. KG



Wolf Hirth GmbH



ZAHN PINSEL GmbH



