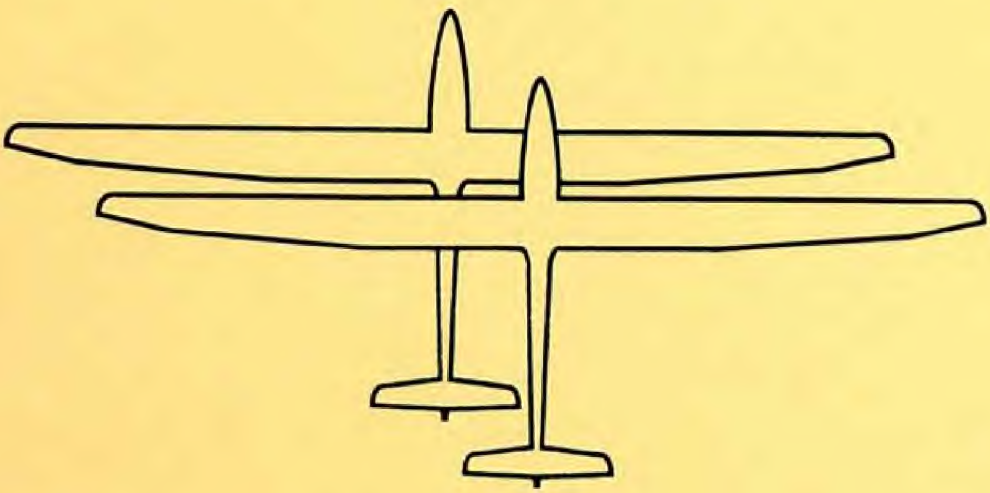
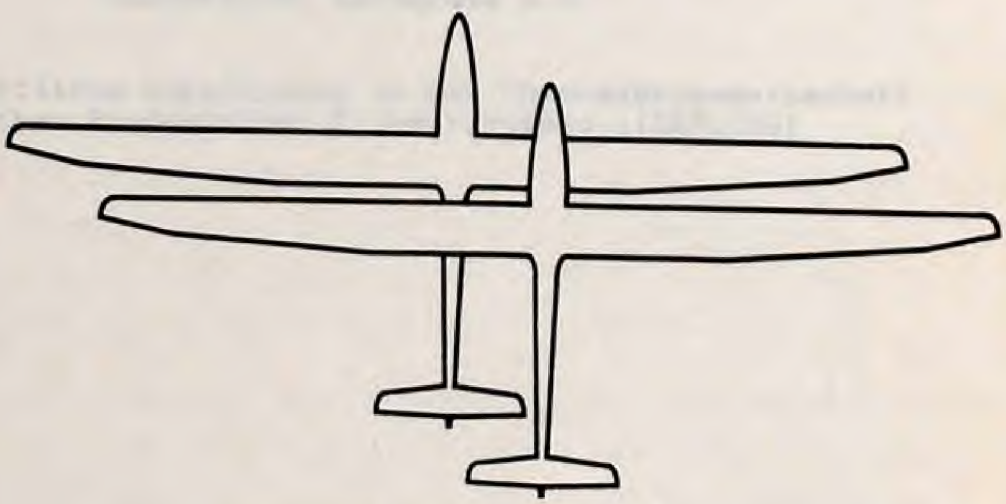
AKAFLIEG KARLSRUHE



JAHRESBERICHT

1988

AKAFLIEG KARLSRUHE



JAHRESBERICHT

1988

AKADEMIE KARLSRUHE

JAHRESBERICHT NR. XXXVII

der

AKADEMISCHEN FLIEGERGRUPPE

an der

Universität Karlsruhe e.V.

Wissenschaftliche Vereinigung in der Interessengemeinschaft
Deutscher Akademischer Fliegergruppen (IDAFLIEG)

Herausgeber:

AKAFLIEG KARLSRUHE
Universität Karlsruhe
Kaiserstraße 12
7500 Karlsruhe 1

Telefon (0721) 608-2044 - Büro
608-4487 - Werkstatt

Konten der Aktivitas:

BW-Bank Karlsruhe	BLZ 660 200 20	Kto.Nr. 400 24515 00
Postscheckamt K'he	BLZ 660 100 75	Kto.Nr. 41260 - 755

Konten der Altherrenschaft:

BW-Bank Karlsruhe	BLZ 660 200 20	Kto.Nr. 400 25041 00
Postscheckamt K'he	BLZ 660 100 75	Kto.Nr. 116511 - 751

UNIVERSITÄT KARLSRUHE
(Technische Hochschule)
DER PROREKTOR

75 KARLSRUHE 1, den 29.11.1988 Gu/sw
Postfach 6380
Kaiserstraße 12 · Fernruf (0721) 6080
Fernschreiber 7 826 521 Uni Karlsruhe

V O R W O R T

Der Akademischen Fliegergruppe an der Universität Karlsruhe e.V. möchte ich auf diesem Wege die herzlichsten Glückwünsche zum 60jährigen Jubiläum im Namen der Universität aussprechen. Diese akademische Gruppe leistet vorbildliche Arbeit und übt zugleich größte Bescheidenheit: Die aktiven Mitglieder bringen pro Jahr mindestens 300 Arbeitsstunden für ihre Vereinigung auf, und dies vollkommen unentgeltlich. Es gehört sicher eine gehörige Portion Begeisterung dazu, neben dem Studium so intensiv an einer so anspruchsvollen technischen Arbeit teilzunehmen.

Wer wie ich nur als Gast das Vergnügen eines Segelflugs miterleben durfte, kann die dahinter steckende Arbeit höchstens ahnen. Beim Bau der Fluggeräte kommen die modernsten Wissenschaften und Technologien zusammen, so daß die aktiven Mitglieder der Akaflieg stark gefordert sind und sicher auch für ihr Studium und ihren Beruf wertvolle Anregungen erhalten. Schließlich geht es auch um die Flugsicherheit.

Bei dieser Gelegenheit sei auch dankend anerkannt, daß das Institut für Strömungslehre und Strömungsmaschinen mit seiner Werkstatt und das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik mit seinen CAD-Einrichtungen der Akaflieg seit Jahren helfend zur Seite stehen, was gerade in Zeiten übergroßer Studentenzahlen alles andere als selbstverständlich ist.

G. Gudehus

INHALT

A. Verwaltungsangelegenheiten

- Vorstand -6-
- Ehrenvorsitzender -6-
- Ehrenmitglieder -6-
- Aktive Mitglieder -7-

B. Forschungs- und Entwicklungsarbeit

- AK-5 Rumpfbau -8-
- Windenstartprojekt - Stand der Arbeiten -11-
- Grundlagen zur Variometertheorie -15-
- Stand des Projektes AK-6 -23-
- Akkumulatoren in Segelflugzeugen -29-
- Idaflieg Sommertreffen -33-
- Werkstattbericht 1987/1988 -35-

C. Flugbetrieb

- Pfingstlager Bayreuth -38-
- Alpenfluglager Reutte -39-
- Sommerlager Klippeneck -43-
- Flugstatistik & Leistungsflug -45-

D. 60 Jahre Akaflieg Karlsruhe

- 60 Jahre Akaflieg Karlsruhe -48-

E. Den Freunden und Förderern unserer Gruppe

- Liste der Spender 1988 -56-
- Wunschliste -58-

A. VERWALTUNGSANGELEGENHEITEN

.1 Vorstand

Der Vorstand für die Amtsperiode vom 1.Juli 1987 bis zum 30.Juni 1988 setzte sich zusammen aus:

1.Vorsitzender:	cand.etec. Franz Haas
2.Vorsitzender:	cand.mach. Heinz Knittel
Schriftwart :	cand.phys. Wolfgang Lieff

Kassenwart im Rechnungsjahr 1987 war stud.arch. Eva Zepf.

Für die Amtsperiode vom 1.Juli 1988 bis zum 30.Juni 1989 wurden zum Vorstand gewählt:

1.Vorsitzender:	cand.etec. Franz Haas
2.Vorsitzender:	cand.mach. Jan Linnenbürger
Schriftwart :	cand.phys. Wolfgang Lieff

Kassenwart im Rechnungsjahr 1988 ist cand.min. Norbert Mankopf.

Sprecher der Altherrenschaft war bis zum November 1988:

Dipl.-Ing.(FH) Karl Walter Bentz

Sprecher der Altherrenschaft ist ab November 1988:

Dipl.-Ing.(FH) Karl Walter Bentz

.2 Ehrenvorsitzender

Prof. Dr.-Ing. **Otto Schiele**, Neustadt

.3 Ehrenmitglieder

Prof. Dr.phil.nat. **Max Diem**, Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. **Heinz Draheim**, Karlsruhe
Direktor Dipl.-Ing. **Ernst Göhring**, Esslingen
Prof. Dr.-Ing. **Georg Jungbluth**, Karlsruhe
Ehrensenator Dipl.-Ing. **Paul Kleinewefers**, Krefeld
Ehrensenator Prof. Dr.phil. **Kurt Kraft**, Weinheim
Ing. **Otto Rimmelspacher**, Karlsruhe
Dipl.-Ing. **Franz Villinger**, Börtlingen

.4 Aktive Mitglieder

a. Ordentliche Mitglieder

Werner Bennert	Informatik
Christoph Blessing	Maschinenbau
Andreas Doll	Elektrotechnik
Manfred Fasler	Elektrotechnik
Andreas Fauerbach	Elektrotechnik
Andreas Flik	Maschinenbau
Stefan Franke	Physik
Ralf Frey	Maschinenbau
Franz Haas	Elektrotechnik
Peter Hoffmann	Wirtschaftswiss.
Dieter Kleinschmidt	Maschinenbau
Heinz Knittel	Maschinenbau
Heiko König	Elektrotechnik
Hanspeter Kummer	Elektrotechnik
Andreas Krohmann	Maschinenbau
Wolfgang Lieff	Physik
Jan Linnenbürger	Maschinenbau
Norbert Mankopf	Mineralogie
Adrian Marpaung	Elektrotechnik
Jürgen Rimmelspacher	Physik
Helmut Rohs	Informatik
Klaus-Dieter Schumann	Chemieingenieurwesen
Paul Wieland	Physik

b. Außerordentliche Mitglieder

Hans Odermatt	Werkstattleiter
Gerhard Arnold Seiler	Dipl.-Ing. Maschinenbau

In die Altherrenschaft traten über:

Manfred Bäumler
Gunther Brenner
Franz Jochen Engelhardt
Sebastian Kowalski
Andreas Siefert
Norbert Wielscher
Nadim Zaqqa
Wolfgang Zehnder
Dietmar Zembrot
Eva Zepf

Ausgetreten ist Sven Burggraf.

B. Forschungs- und Entwicklungsarbeit

Rumpfbau der AK-5

Der Rumpf der AK-5 wurde in Negativformen hergestellt, um eine möglichst gute Oberflächengenauigkeit zu erreichen. Dazu war es notwendig, einen Positivkern des geplanten Flugzeugrumpfes zu bauen.

In den zur Verfügung gestellten Formen der Glasflügel 604 wurde eine Rumpfhaut angefertigt, die als Arbeitsgrundlage diente. Bis ungefähr zur dicksten Stelle des Rumpfes wurde die 604-Originalkontur übernommen, während Rumpf-Flügelübergang und Rumpfeinschnürung aus einem eigenen Entwurf der Akaflieg hervorgegangen sind. Die konische Rumpfröhre gleicht wieder der des Ausgangsrumpfes; als letzter Abschnitt folgt das komplett neu berechnete Leitwerk.

Da die Oberflächengüte eines Flugzeuges nur so gut sein kann wie die seines Urpositivs, wurde sehr viel Aufwand in die Endbearbeitung der Kontur investiert. Das fertige Positiv wurde dann abgeformt um entsprechende Negativformen zu erhalten.

Anders als bei den meisten industriellen Herstellern wurde die Form der AK-5 in der Horizontalen trennbar gestaltet. Dies hat gegenüber der üblichen vertikalen Trennung große Vorteile beim Bau eines Einzelstückes:

- Alle Einbauten, Steuerungsteile und Innenschalen können sorgfältig eingepaßt und verklebt werden, während die Unterschale noch in der Form ist und sich somit nicht verziehen kann.

- Nach Aufkleben des Oberteils, welches als reiner "Deckel" keinerlei Einbauten hat, ist das Flugzeug schon so gut wie vollständig fertig. Bauarbeiten im schon geschlossenen Rumpf entfallen.

Nachdem die Rumpfunterschale samt Rumpf-Flügelübergängen in die Form eingelegt war, wurden die Querkrafteinleitungen eingepaßt. Dazu wurde das Flügelpaar am Halbrumpf montiert, während die Querkraftbolzen durch die mit den jeweiligen Aufnahmebeschlägen versehenen Querkraftrohre verbunden waren.

Die Querkraftrohre wurden dann mit Rovingschlaufen im Rumpf befestigt, welche alle auftretenden Kräfte fächerartig in die Rumpfschale einleiten. Um ein Druckversagen der Schlaufe sicher zu verhindern, mußten die Rovingstränge in der Nähe des Querkraftrohres durch weitere Rovings abgebunden werden.

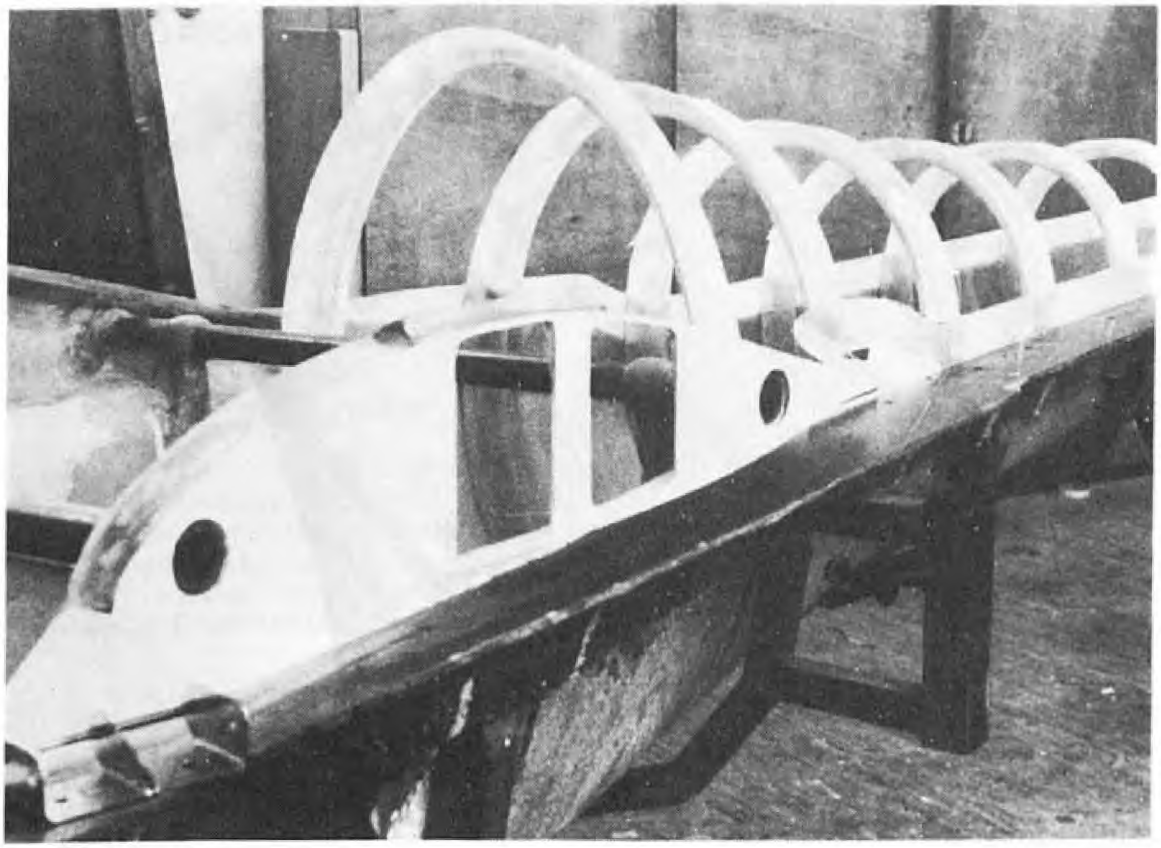


Abbildung 1.: Die Rumpfunterschale mit den Ringspanten

Als nächstes konnte der komplett vorgefertigte Fahrwerkskasten und der daran befestigte Rückenspant des Cockpits gebaut und eingepasst werden. Diese Baugruppe ist gleichzeitig Befestigungspunkt für alle Steuerungsumlenkungen auf dem Weg in die Tragflächen, so daß mit dem Steuerungseinbau begonnen werden konnte. Des weiteren ist die Schwerpunktskupplung mit ihrer Krafteinleitung an dieser Baugruppe befestigt.
Parallel dazu wurden von einer weiteren Arbeitsgruppe Ringspanten zur Gewährleistung einer ausreichenden Beulsteifigkeit der Rumpfröhre hergestellt und eingepasst. Vorbereitungen für den Einbau des Spornrades wurden durchgeführt.

Das Cockpit besteht aus besonders vielen einzelnen GfK-Formteilen. Nachdem der Nasenkonus mit der Bugkupplung eingesetzt worden war, konnte die vordere Rumpfinnenschale angefertigt werden. Diese Schale trägt den Steuerknüppel mit dem Entmischer für Höhen- und Quersteuerbetätigung sowie die vorderen Befestigungspunkte der Schubstangen für Fahrwerks- und Bremsklappenbetätigung. Sobald alle Steuerungsteile eingepasst sind, kann das Cockpit mit der hinteren Rumpfinnenschale, der eigentlichen Sitzschale abgeschlossen werden.

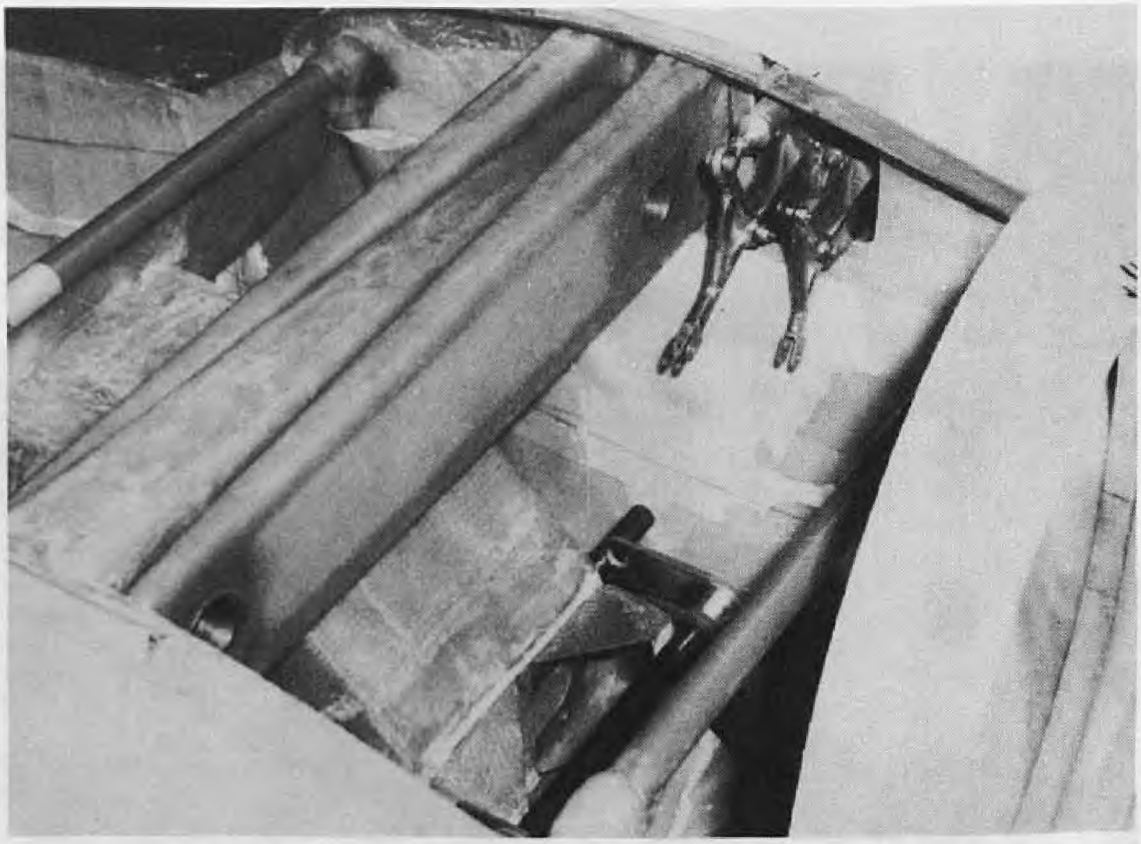


Abbildung 2.: Die Flügelverbindung mit Holmbrücke und Querkraftrohren. Die ersten Steuerbeschläge sind bereits eingepasst.

Als letzte fehlende Baugruppen müssen noch das Leitwerk in seinen Einzelformen und die Haube mit dem Instrumentenpilz angefertigt werden. Nachdem als Abschluß der Arbeiten die Rumpfoberschale aufgesetzt wird, wird beim Entformen ein neues Flugzeug quasi fertig "geboren" (Nestflüchter).

Nachdem der Formenbau recht lange Zeit in Anspruch genommen hat, läßt sich nun fast täglich ein deutlicher Fortschritt der Arbeiten erkennen. Allein für den Rumpf wurden acht stahlverstrebte Großformen, zwanzig wiederverwendbare Holzformstücke und weit über dreissig "verlorene" Schaumstoffpositive angefertigt.

Allerdings ist der Formenbau eine gute Gelegenheit neue Mitarbeiter, welche es bei der recht hohen Fluktuation einer Akaflieg fast ständig gibt, anzulernen. Bevor das eigentliche "fliegende" Teil hergestellt wird, kann man sich mit der Verarbeitung des Werkstoffes GfK, der notwendigen Oberflächenbehandlung und den vorgeschriebenen Arbeitsverfahren vertraut machen.

Wolfgang Lieff (Hol)

Definition des Projektes Windenstart - Stand der Arbeiten

1.Zielsetzung

Ziel des Projektes ist es, Aussagen über die beim Segelflugzeugstart mit einer Winde erreichbare Höhe zu machen und daraus eine Vorschrift für einen optimalen Start abzuleiten. Angestrebt wird dabei nicht nur das Erzielen einer möglichst großen Höhe, sondern gleichzeitig auch eine Verringerung der Risiken, die entstehen, wenn Pilot und Windenfahrer unterschiedliche Vorstellungen von einem optimalen Startvorgang haben.

Die Lösung des Problems soll in 3 Schritten erfolgen:

1. Erstellen eines theoretischen Modells mit einer Genauigkeit besser als 5%. Dieses Modell soll nur die wesentlichen Einflußgrößen erfassen, die erforderlich sind, um die geforderte Genauigkeit zu erreichen. Das Modell soll auf einem Rechner implementiert und obige Genauigkeit durch Nachrechnen von gemessenen Starts nachgewiesen werden.

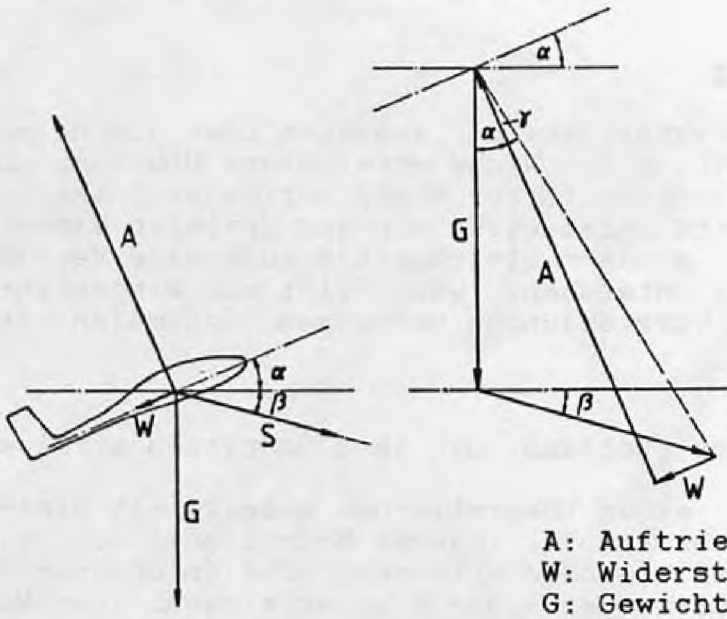
2. Optimieren des Verlaufs der Einflußgrößen wie z.B. Seilkraft und Anstellwinkel, so daß die erzielte Höhe maximal wird. Diese Unterscheidung soll theoretisch erfolgen und eine möglichst einfache Regel für Pilot und Windenfahrer ergeben. Um Risiken zu vermeiden, wird der Bereich des Startvorganges bis zum Erreichen der Sicherheitshöhe aus der Untersuchung ausgeklammert.

3. Erproben des ermittelten optimalen Starts in der Praxis; dazu ist es gegebenenfalls erforderlich, Instrumente für den Soll-Ist-Vergleich bestimmter Einflußgrößen zu entwickeln. Schließlich soll ein Vorschlag zur Automation des Windenstarts erarbeitet werden.

2. Bisher durchgeführte Arbeiten

2.1 Theoretisches Modell

Zunächst wurde ein theoretisches Modell erstellt und als Rechenverfahren auf einem ATARI-PC implementiert. Dieses resultiert aus der Betrachtung der wichtigsten am Flugzeug auftretenden Kräfte, nämlich seinem Gewicht, seinem Auftrieb und Widerstand, sowie der Seilkraft (Abb.1). Die ersten drei Kräfte ergeben bei Vorgabe des Seilneigungswinkels β eine Beziehung für den Steigungswinkel α der Flugbahn. Die Größe der Seilkraft ergibt sich aus der Forderung, daß das Kräftepolygon geschlossen sein muß.



A: Auftrieb
W: Widerstand
G: Gewicht
α: Neigung der Flugbahn
β: Neigung des Seiles

Abbildung 1: Vereinfachtes Kräftegleichgewicht am Flugzeug beim Windenstart.

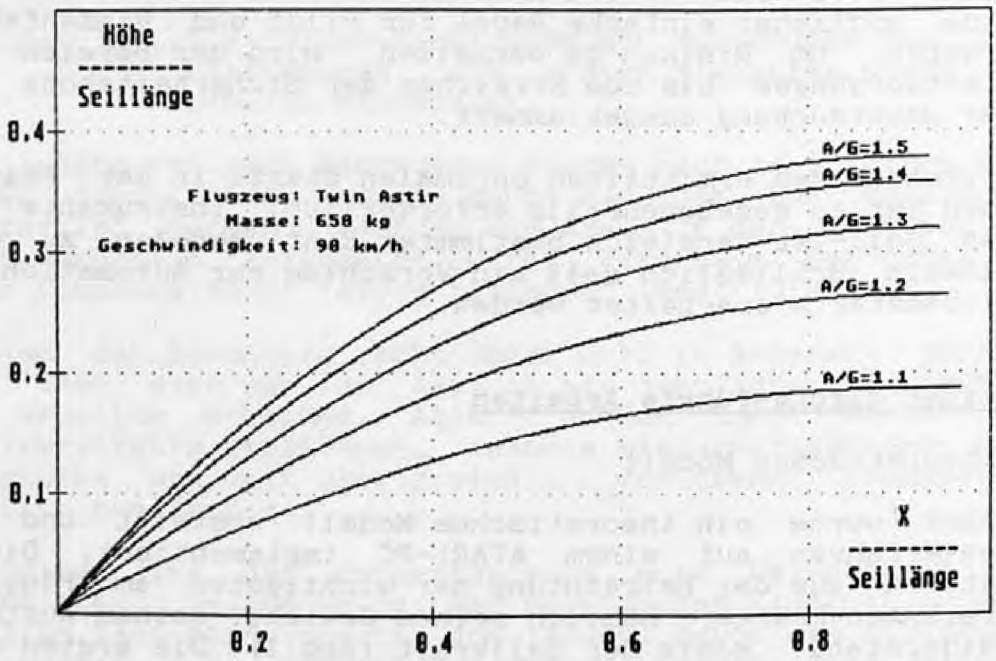


Abbildung 2: Bahnkurven bei verschiedenen Lastvielfachen A/G

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen erste Ergebnisse, die bei der Verwendung dieses Modells berechnet wurden. Die Beschleunigungsphase und das Steigen auf Sicherheitshöhe sind in allen Diagrammen nicht dargestellt. Der Nullpunkt der x-Achse entspricht hier dem Beginn des Steigfluges. In Abbildung 2 sind die Bahnkurven des Flugzeuges für verschiedene Lastvielfache wiedergegeben. Vorausgesetzt ist ein Flug mit konstanter Geschwindigkeit (v = 90 km/h). Verwendet wurde die Polare des Flugzeuges Twin-Astir; dessen Masse beträgt m = 650 kg.

In der Abbildung 3 sind die erzielten Schlepphöhen für verschiedene Fluggeschwindigkeiten v in Abhängigkeit vom Lastvielfachen aufgetragen. Zu beachten ist, daß die Funktionen nur den Endwert des Schleppvorganges wiedergeben: es handelt sich hier also keineswegs um Bahnkurven.

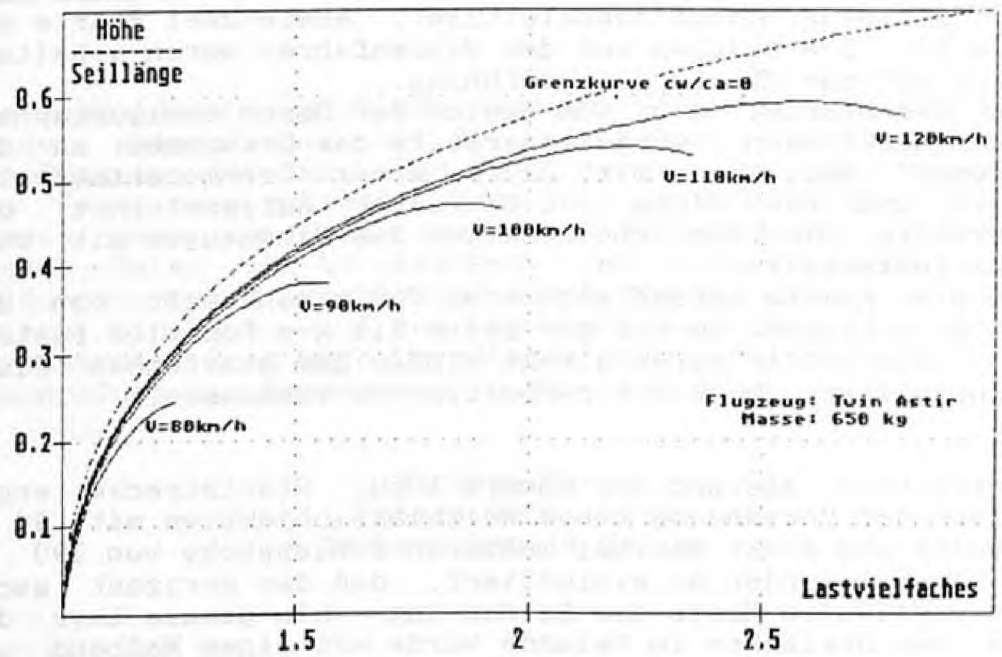


Abbildung 3: Erzielte Schlepphöhe in Abhängigkeit vom Lastvielfachen.

Sehr deutlich wird in diesem Diagramm zunächst der Einfluß des Überziehens: um bei der gleichen Geschwindigkeit ein noch größeres Lastvielfaches zu erreichen, muß der c_A-Wert und damit der Anstellwinkel vergrößert werden; ab einem bestimmten Wert wird der damit verbundene Widerstand so groß, daß dies zu einer Verminderung der erzielten Schlepphöhe führt. Sinnvoller ist es nach diesem Diagramm, dann eine größere Schleppgeschwindigkeit zu wählen um das entsprechende Lastvielfache zu erreichen.

Für den Grenzfall eines Flugzeuges mit idealen Gleiteigenschaften verschwindet der Widerstand und damit die Abhängigkeit des Flugzustandes von der Polare bzw. der Geschwindigkeit; für diesen Fall ist nur noch eine Abhängigkeit der Schlepphöhe vom Lastvielfachen vorhanden. Die gestrichelt eingezeichnete Kurve ist die Grenzkurve. Sie gibt an, welche Schlepphöhe bei welchem Lastvielfachen mit einem idealen Gleiter erreicht werden kann, und darf somit als Vergleichskriterium für die Qualität eines Schlepps verwendet werden.

2.2. Messung von realen Starts und Nachrechnung zur Absicherung des Modells

Bislang wurden 6 Starts gemessen, und zwar vier Starts mit der ASK 21 (einer davon doppelsitzig), sowie zwei Starts mit der ASW 15. Die Piloten und der Windenfahrer waren gehalten, für sie übliche Starts durchzuführen.
Während des Starts, d.h. vom Beginn der Beschleunigungsphase bis zum Ausklinken, wurde einerseits das Drehmoment an der Seiltrommel der Winde mit Hilfe einer Drehmomentmeßwelle gemessen und mit einem y-t-Schreiber aufgezeichnet, und andererseits die räumliche Position des Flugzeuges mit zwei Kameras festgehalten:
die erste Kamera befand sich etwa 750 m senkrecht von der Startbahn entfernt, um von der Seite die x-z-Position festzuhalten, die zweite wurde direkt hinter dem startenden Flugzeug installiert, um die y-z-Position zu vermessen.

Der vertikale Abstand der Kamera 1 zur Startstrecke ergab sich aus der Verwendung eines Weitwinkelobjektivs mit 24 mm Brennweite und einer maximal meßbaren Schlepphöhe von 390 m. Beide Kameras wurden so einjustiert, daß der Horizont genau in der vertikalen Mitte des Bildes lag. Die genaue Lage der Punkte des Dreieckes im Gelände wurde mit einem Maßband und einem Theodoliten vermessen.
Die vertikale Höhe der drei Punkte ist die gleiche. Da für die Nachrechnung des Starts nur die x-z-Position des Flugzeuges von Bedeutung ist (das Rechenmodell geht von einem Start aus, der nur in der x-z-Ebene verläuft), dient die zweite Kamera nur zur Überprüfung ob diese Bedingung eingehalten wurde; bei geringen Abweichungen können mit deren Daten auch die Ergebnisse der ersten Kamera korrigiert werden, weil sich dadurch die Abbildungsverhältnisse geringfügig ändern. Entsprechend der Bedeutung der beiden Kameras für die Auswertung wurde die erste rechnergesteuert alle 0.8s ausgelöst, die zweite nur alle 4s über einen handelsüblichen 'Timer'.

Die meteorologischen Bedingungen bei den Messungen können als ideal bezeichnet werden: eine stabile Hochdrucklage Anfang September, mit praktisch nicht meßbarem Wind.

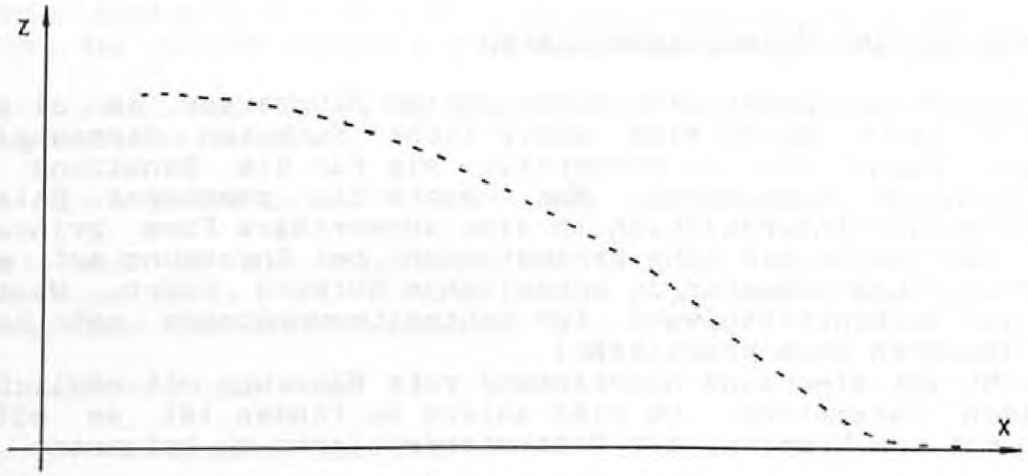


Abbildung 4: Gemessene Bahnkurve einer ASK-21 beim Windenstart

Die Abbildung 4 gibt den ausgewerteten Start einer ASK-21 wieder. Dargestellt ist die Position des Flugzeuges (x-z-) als Funktion der Zeit. Das Zeitintervall zwischen den einzelnen Positionen beträgt 0.8 s. Der Neigungswinkel des Flugzeuges kann nur näherungsweise wiedergegeben werden. Zu diesen Daten ist zu bemerken, daß die erforderliche Abbildungskorrektur noch nicht durchgeführt wurde - weshalb es keinen Sinn hat, auf den Koordinatenachsen eine Skalierung vorzunehmen. Erst nach Umrechnung dieser Daten stehen sie zur Überprüfung des Rechenmodells zur Verfügung.

Mathias Ebner
Tobias Hoffstetter
Gerhard-Arnold Seiler

Grundlagen zur Variometertheorie

Das Variometer ist für den Piloten eines Segelflugzeuges das Bordinstrument von zentraler Bedeutung:
Es zeigt an, ob das Flugzeug steigt oder sinkt. Um schnelle und genaue Werte sowie eine akustische Anzeige zu realisieren gibt es seit ca. 15 Jahren elektronische Variometer verschiedenster Bauarten.

Wenn man sich daran macht, ein völlig neues Variometersystem, wie es das AK-6 darstellt, zu konzipieren, so ist es notwendig die dahinterstehende Flugphysik zu betrachten. Als interne Arbeitsgrundlage haben wir eine Zusammenstellung mit besonderem Schwerpunkt auf den für das AK-6 relevanten Teilen erstellt. Diese Sammlung ist, hier leicht überarbeitet wiedergegeben, gut geeignet einen Einblick in die Probleme des Variometerbaus zu geben.

Annäherung der Widerstandspolaren

Da die Widerstandspolare eines realen Flugzeuges im allgemeinen nicht durch eine analytische Funktion dargestellt werden kann, ist es notwendig, sie für die Benutzung in Bordrechnern anzunähern. Man könnte die gemessene Polare durch Spline-Interpolation in eine auswertbare Form bringen, was aber durch die hohe Parameterzahl bei Anpassung auf ein anderes Flugzeugmuster zu erheblichem Aufwand führt. Weiter ist der Rechenzeitaufwand für Echtzeitanwendungen sehr hoch und deswegen kaum praktikabel.
Gesucht ist also eine hinreichend gute Näherung mit möglichst wenigen Parametern. Um eine solche zu finden ist es nötig sich mit dem Ursprung der Widerstandspolaren zu befassen.

Der Gesamtwiderstand eines Segelflugzeuges kann in drei Gruppen von Anteilen unterschieden werden:

- Die Luftreibungskräfte an den umströmten Flächen und die Verdrängung des Flugzeugkörpers sind auftriebsunabhängig.
- Die Leitwerks- und Flügel-Profilwiderstände, der Rumpf- und Interferenzwiderstand sind schwach auftriebsabhängig.
- Der induzierte Widerstand durch Randzirkulation am Flügel zeigt, außer im Hochauftriebsbereich ($c_A > 1.0$) eine rein quadratische Abhängigkeit vom Auftrieb.

Faßt man den schwach auftriebsabhängigen Widerstandsanteil mit dem auftriebsunabhängigen Anteil durch den konstanten Beiwert c_{wo} zusammen, so erhält man als erste Näherung zur realen Widerstandspolaren:

1) $$c_w = c_{wo} + c_{wi}$$

Der Nullwiderstandbeiwert c_{wo} hängt insbesondere von der Beschaffenheit der umströmten Oberfläche ab. Der induzierte Widerstandsbeiwert c_{wi} kann nach Prandtl durch

2) $$c_{wi} = c_A^2 \, k^{-1} \quad \text{mit} \quad k = \pi \, \Lambda \, (1 - 0.0023376 \, \Lambda)$$

für nicht zu hohe c_A-Werte näherungsweise bestimmt werden. Die wichtigste Einflußgröße auf die Widerstandspolare ist somit die Flügelstreckung Λ.

Der einfache Ansatz Auftrieb gleich Fluggewicht

$$A = \tfrac{1}{2} \, c_A \, \rho \, v^2 \, F = G$$

wird nach den geschwindigkeitsabhängigen Anteilen aufgelöst und mit f bezeichnet:

$$f = 2 \, G \, F^{-1} \, \rho^{-1} = c_A \, v^2 \quad \text{oder}$$

3) $$c_A = f \, v^{-2}$$

Hierin stehen $G\,F^{-1}$ für die Flächenbelastung und ρ für die Dichte der durchflogenen Luftmasse.

Das Eigensinken w_E eines Segelflugzeuges beträgt bei der Fluggeschwindigkeit v

4) $w_E = v\,E = v\,c_W\,c_A^{-1}$ mit E der Gleitzahl des Flugzeugs.

Setzt man in die Gleichung 4) für c_W, c_{WI} und c_A die Näherungsformeln 1), 2) und 3) ein, so erhält man für das Eigensinken des Segelflugzeuges:

$$w_E = v\,(\,c_{WO} + c_{WI}\,)(\,f\,v^{-2}\,)^{-1}$$

$$= v^3(\,c_{WO} + c_{WI}\,)\,f^{-1}$$

$$= v^3(\,c_{WO} + (\,f\,v^{-2}\,)^2\,k^{-1}\,)\,f^{-1}$$

$$= v^3\,c_{WO}\,f^{-1} + (\,f\,v^{-2}\,)\,(\,v^3\,f^{-1}\,)\,k^{-1}$$

$$= v^3\,c_{WO}\,f^{-1} + v^{-1}\,f\,k^{-1}$$

Diese Formel stellt eine sehr gute Näherung zur realen Flugzeugpolaren für Fluggeschwindigkeiten vom geringsten Sinken an aufwärts dar. Das Sinken ist abhängig von der Geschwindigkeit v, der Flächenbelastung $G\,F^{-1}$, der Luftdichte ρ sowie von den festen geometrischen Größen des betreffenden Flugzeuges. Da sich durch eine Verschmutzung des Flugzeuges im wesentlichen nur der Nullwiderstandsbeiwert c_{WO} erhöht, bleibt der Koeffizient des reziproken Geschwindigkeitsanteiles konstant.

Hat man eine gemessene Polare des zu beschreibenden Flugzeuges zur Hand, so läßt sich diese Gleichung verallgemeinert als

5) $w_E = v^3\,A\,n^{-1} + v^{-1}\,B\,n$

schreiben, wobei durch geschickte Wahl der Koeffizienten A und B eine gute Übereinstimmung mit der Originalpolare zu erzielen ist.

Die Gleichung 5) kann auch zur Beschreibung instationärer Flugzustände unter Einbeziehung des Lastvielfachen n herangezogen werden.
Die entsprechenden Näherungspolaren zeigen für heutige Hochleistungssegelflugzeuge, insbesondere solche mit Wölbklappen, eine zu starke Krümmung. Je nach Flugzeugtyp ist mit einer deutlichen Abweichung unterhalb ca. 110 km/h oder über ca. 180 km/h zu rechnen, wenn lediglich zwei Meßpunkte der Polaren als Stützpunkte verwendet werden. Werden die Stützpunkte so gewählt, daß die Fehlerquadrate klein bleiben, so lassen sich zu jeder Polaren hinreichend gute Näherungslösungen finden.

Eine oft verwendete Näherungsmöglichkeit ist die quadratische Gleichung

6) $w_E = a\, n^{-0.5}\, v^2 + b\, v + c\, n^{0.5}$

Hier sind die drei Koeffizienten ebenfalls so zu bestimmen, daß eine gute Näherung erreicht wird, üblicherweise durch die Wahl von günstigen Stützstellen auf gemessenen Polaren.

Der Energiehaushalt des Segelflugzeuges

Das Grundproblem des Segelfluges ist es, mit der nach dem Ausklinken vorhandenen Energie (kinetische und potentielle) möglichst sparsam umzugehen und bei Energiezufuhr durch meteorologische Phänomene einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen.

Jede Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie und umgekehrt ist mit Verlusten verbunden. Weiter gibt es unter den möglichen Umwandlungswegen nur einen mit maximalem Wirkungsgrad, so daß der Variometerbauer nicht umhin kommt sich Gedanken über die energetischen Zusammenhänge zu machen.

Die Gesamtenergie E_{tot} des Segelflugzeuges setzt sich aus den folgenden Einzelkomponenten zusammen:

- der potentiellen Energie $E_{pot} = m\, g\, H$
  (m := Flugmasse, g := Erdbeschleunigung, H := Flughöhe)

- der kinetischen Energie $E_{kin} = \frac{1}{2}\, m\, v^2$

- den statischen Verlusten durch den Reibungswiderstand des Segelflugzeuges $E_{Verlust} = W\, \Delta s = \frac{1}{2}\, \rho\, c_{w(v)}\, v^3\, A\, \Delta t$

- den dynamischen Verlusten bei instationären Flugzuständen, verursacht vor allem durch den Einfluß des auftretenden erhöhten Lastvielfachen auf die Flugleistungen des Segelflugzeuges, durch zusätzliche Ruderwiderstände, usw.

- sowie der Energiezufuhr durch meteorologische Einflüße, wie thermischen Aufwinden, Hangwinden oder Windscherungen.

Bei ruhiger Luft und konstanter Fluggeschwindigkeit reicht die Betrachtung der konstanten Summe von potentieller Energie und den statischen Energieverlusten aus. Dieser Austausch kann anhand der vorigen Beschreibung aus dem Eigensinken w_E bestimmt werden.

Im Bahnneigungsflug ist zusätzlich die Änderung der kinetischen Energie zu berücksichtigen, deren Umwandlung in Lageenergie sich durch den Betrag der vertikalen Lageänderung

$$\Delta h = (v_o^2 - v_1^2) (2 g)^{-1}$$

für eine Geschwindigkeitsänderung von v_o auf v_1 beschreiben läßt. Da sich die auftretenden Energieverluste gemäß der Flugzeugpolare bei variierender Fluggeschwindigkeit ständig ändern, wird die weitere Betrachtung des instationären Segelfluges in kleine zeitliche Abschnitte Δt unterteilt. Über diesen Zeitraum sollen die meisten dynamischen Größen als konstant betrachtet werden.

Ein Zeitintervall im Laufe des beschleunigten Bahnneigungsfluges ist die Differenz zwischen zwei Zeitpunkten:

7) $\Delta t = t_1 - t_o$

Die Beschleunigung in Bahnrichtung beträgt

8) $a = -g \sin(\Psi)$

Hierin ist Ψ der Bahnwinkel zur Horizontalen ohne Berücksichtigung des Eigensinkens. Für die Geschwindigkeitsänderung im Laufe des Zeitabschnitts Δt gilt nach den allgemeinen Bewegungsgleichungen

9) $\Delta v = a \Delta t = -g \sin(\Psi) \Delta t$

und für die dabei zurückgelegte Strecke

$$\Delta s = \tfrac{1}{2} a (t_1^2 - t_o^2).$$

Für die entsprechende Höhendifferenz gilt nach Einsetzen der Gleichung 7) und Ausmultiplizieren:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \Delta s \sin(\Psi) \\ &= (\tfrac{1}{2} a (t_1^2 - t_o^2)) \sin(\Psi) \\ &= (\tfrac{1}{2} a (2 \Delta t\, t_o + \Delta t^2)) \sin(\Psi) \\ &= (a \Delta t\, t_o + \tfrac{1}{2} a t^2) \sin(\Psi) \end{aligned}$$

Diese Gleichung vereinfacht sich durch den Ansatz

$$t_o = v_o\, a^{-1}$$

aus den Bewegungsgleichungen und durch Einsetzen der Gleichung 8) zu

$$\Delta h = (a \Delta t\, v_o\, a^{-1} + \tfrac{1}{2} a \Delta t^2) \sin(\Psi).$$

Dies kann weiter umgeformt werden,

$$\Delta h = v_o \sin(\Psi)\ \Delta t - \tfrac{1}{2}\, g \sin(\Psi)\ \Delta t^2 \sin(\Psi)$$

$$= v_o\ (\ \sin(\Psi)\ \Delta t\ ) - \tfrac{1}{2}\, g\ (\ \sin(\Psi)\ \Delta t^2\ )$$

und beschreibt nun die Höhenänderung in einem kleinen Zeitintervall bei gegebener Ausgangsgeschwindigkeit.

Rechnet man über dieses Zeitintervall eine mittlere Vertikalgeschwindigkeit der Luft st und ein Eigensinken w_E mit ein, so addiert sich die gesamte Höhendifferenz zu:

10) $\Delta h_{ges} = \Delta h + (\ w_E + st\ )\ \Delta t$

Der sich hieraus ergebende Flugbahnwinkel zur Horizontalen α ist durch

$$\sin(\alpha) = \Delta h_{ges}\ (\ v\ \Delta t\ )^{-1}$$

bestimmt.

Aus dem Bahnwinkelunterschied zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zeitintervallen läßt sich das einwirkende Lastvielfache berechnen. Die Beschleunigung in Richtung der Bahnnormalen setzt sich aus einem Anteil der Erdbeschleunigung und aus der Zentripetalbeschleunigung einer vertikalen Kreisbahn mit dem Radius

11) $r = v\ \omega^{-1} = v\ (\ \Delta\alpha\ \Delta t^{-1}\ )^{-1}$

folgendermaßen zusammen:

$$a_z = g \cos(\Psi) + v^2\ r^{-1}$$

Nach Einsetzen der Gleichung 11) kann das Lastvielfache berechnet werden:

12) $n = a_z\ g^{-1}$

$$= \cos(\Psi) + v^2\ (\ r\ g\ )^{-1}$$

$$= \cos(\Psi) + v^2\ (\ v\ g\ (\ \Delta\alpha\ \Delta t\ )^{-1}\ )^{-1}$$

$$= \cos(\Psi) + (\ v\ \Delta\alpha\ )\ (\ g\ \Delta t\ )^{-1}$$

Die Gleichungen 9), 10) und 12) reichen zusammen mit einer Näherungslösung für die Polare aus, die Bewegung eines Segelflugzeuges in einem zweidimensionalen Raum (horizontale und vertikale Bahnkomponente) zu beschreiben.

Ein totalenergiekompensiertes Bruttovariometer zeigt den Höhengewinn durch Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie nicht an, was ja auch erwünscht ist (Unterdrückung von "Knüppelthermik"). Der Brutto TE-Meßwert w_{te} ist aber in mehrfacher Hinsicht vom auftretenden Lastvielfachen abhängig. Er wird aus der Änderung der Gesamtenergie des Segelflugzeuges bestimmt. Da sich bei einer getrennten Betrachtung der auftretenden Energieformen im System die Summe von potentieller und kinetischer Energie nicht ändert, gilt für das Segelflugzeug:

13) $dE_{tot} = dE_{pot} + dE_{kin} + dE_{met} + dE_{verlust}$

$= 0 + G\ st + W\ v$

Die Wirkung der Energiezufuhr durch allgemeine meteorologische Einflüsse wird hier vereinfacht durch den Betrag der zusätzlichen Vertikalgeschwindigkeit st gegen die Gewichtskraft G dargestellt. In der Verlustleistung schlagen sich die Luftdichte, der Widerstandsbeiwert und vor allem die Fluggeschwindigkeit nieder.

Der Energieinhalt des Segelflugzeugs kann auch in Höhenmetern ausgedrückt werden (Energiehöhe):

14) $H_E = E_{tot}\ (\ m\ g\ )^{-1}$

Ein TE-Bruttovariometer zeigt die Änderung der Energiehöhe an. Dazu werden die Meßwerte der Flughöhe (statischer Druck) und der Fluggeschwindigkeit (Staudruck) verrechnet:

15) $w_{te} = \delta H_E\ \delta t^{-1} = \delta H\ \delta t^{-1} + \frac{1}{2}\ g^{-1}\ \delta v^2\ \delta t^{-1}$

$= \delta H\ \delta t^{-1} + v(\ \delta v\ \delta t^{-1}\ )\ g^{-1}$

Die Energiehöhe ändert sich im freien Flug ausschließlich durch den Energieaustausch zwischen dem Flugzeug und der umgebenden Luftmasse.

Die Formel 15) ist zwar eine Rechenvorschrift zur Bestimmung der Variometeranzeige aus den Sondenmeßwerten, sie erklärt aber nicht den Einfluß der Luftmassenbewegungen und des Flugzeugwiderstandes auf die Anzeige. Eine Betrachtung für diesen Zusammenhang findet man durch Einsetzen der Gleichung 13) in die Ableitung der Gleichung 14) nach der Zeit:

16) $w_{te} = (\ G\ st + W\ v\ )\ (\ m\ g\ )^{-1}$

$= st\ n + w_E(v,n)$

Die Änderung der Energiehöhe durch die Reibungsverluste entspricht genau dem polaren Sinken w_E.
Um eine Nettovariometeranzeige zu erhalten, muß folglich vom TE-Meßwert das errechnete Eigensinken abgezogen und die Differenz durch das gemessene Lastvielfache geteilt werden. Dabei tritt für n = 0 eine Unstetigkeitsstelle auf.

Kurvensollfahrt

Für den Geradeausflug läßt sich die optimale Fluggeschwindigkeit in Abhängigkeit von Flächenbelastung, momentaner Luftbewegung und Gesamtwetterlage nach der McCready-Theorie angeben. Für den Kurvenflug war bisher jeder Pilot auf seine persönlichen Erfahrungen angewiesen, da hier als zusätzliche Größe die Kreisbeschleunigung auftritt, welche nur mit modernen Beschleunigungsaufnehmern hinreichend genau und temperaturstabil zu messen ist.

Im stationären Kreisflug mit dem Radius R herrscht bei der Schräglage Φ ein Gleichgewicht zwischen der Horizontalkomponente der Normalbeschleunigung und der Zentripetalbeschleunigung des Flugzeuges. Es gilt also:

$$a_{HORIZ} = g \tan(\Phi)$$
$$= v_K^2 \, R^{-1}$$

Da die Vertikalkomponente der Normalbeschleunigung a_z gleich der Erdbeschleunigung ist, gilt

$$g = a_z \cos(\Phi)$$

und somit für das Lastvielfache

17) $$n = a_z \, g^{-1}$$
$$= \cos(\Phi)^{-1}$$

Um im Kreisflug das minimale Eigensinken zu erreichen, wird von der Geschwindigkeit des geringsten Sinkens v_M auf der Polare für ein gegebenes Fluggewicht ausgegangen. Dieser Punkt der Polare verschiebt sich durch das auftretende Lastvielfache. Für die optimale Fluggeschwindigkeit im Kreisflug gilt also näherungsweise

$$v_{KB} \approx n^{0.5} \, v_M$$

was durch das AK-6 erstmals 'online' berechnet werden kann.

Integratorfunktionen

Handelsübliche Elektronikvariometer haben bereits die Möglichkeit, zusätzlich zum momentanen Steigwert den über einen gewissen Zeitraum gemittelten "Integratorwert" anzuzeigen. Die Zeitkonstante dieser Funktion muß über einen Drehknopf an die vorherrschende Thermik, die Flugweise und das benutzte Flugzeug angepasst werden.

Beim AK-6 soll auch diese Einstellung vom Rechner des Systems übernommen werden. Die Erfahrung zeigt, daß die aussagekräftigste Integrationszeit τ_I für das mittlere Steigen etwa bei der doppelten Umlaufzeit des Segelflugzeuges im Thermikkreis liegt:

$$2\,T = 4\,\pi\,R\,v_{Kr}^{-1}$$

$$= (4\,\pi\,v_{Kr})\,(g\,\tan(\Phi))$$

Die Funktion $\tau_I = v_{Krel}\,(n - 0.7)^{-1}$

zeigt für Schräglagen zwischen 20° und 70° eine sehr gute Übereinstimmung mit der doppelten Umlaufzeit und kann somit zur Berechnung der Integrationszeit herangezogen werden. Es ist allerdings notwendig, daß der Pilot annähernd die Kurvensollfahrt einhält und das mittlere Lastvielfache so genau wie möglich gemessen wird. τ_I bleibt auch bei flachen Kreisen üblicherweise unter 80 Sekunden, so daß der Integratorwert als verläßliche Zentrierhilfe benutzt werden kann.

Werner Bennert (Bilux) & Wolfgang Lieff (Hol)

Stand des Variometerprojektes AK-6

Nach zwei Jahren Planung und Konzeption des neuen Variometersystems der Akaflieg Karlsruhe stand in diesem Jahr die Realisierung der Schaltungen im Vordergrund. Wie geplant bauten wir ein System mit den wesentlichen Baugruppen auf. Anhand dieser Schaltung sollte die Funktion und das Zusammenspiel der Bauelemente getestet werden. Anschließend war vorgesehen, die Basis-Software auf diesem System zu implemtieren und auszutesten.

Die Rechnerschaltung mit 27 integrierten Schaltungen sollte aus praktischen Gründen auf einer Europakarte (160mm x 100mm) untergebracht werden. Um diese hohe Packungsdichte auf der doppelseitig kaschierten Platine zu erreichen, nutzten wir die Möglichkeiten eines CAD-Systemes. Um den Akafliegern die Erstellung von Ätzvorlagen für Schaltungen zu erleichtern wurde von Bilux ein benutzungsfreundliches Layoutsystem entwickelt. Beim Entwurf der AK-6 - Platine bewies es seine Praxistauglichkeit, da trotz der großen Detailfülle die Übersicht nie verloren ging. Nach vielen mißlungenen Versuchen erwies sich die Plotausgabe per Laserdrucker mit anschließendem Transfer auf eine Folie als die beste Lösung um zu einer guten Ätzvorlage zu gelangen.

Die Bestückung der Platine bereitete einige Probleme. Die Layouter hatten die hohe Packungsdichte zwar bestens erreicht, aber leider keinen Platz für die Lötkolbenspitze vorgesehen. Durch eine geschickte Wahl der Reihenfolge des Einlötens schaffte Heiko es trotzdem, die Platine in relativ kurzer Zeit zu bestücken.

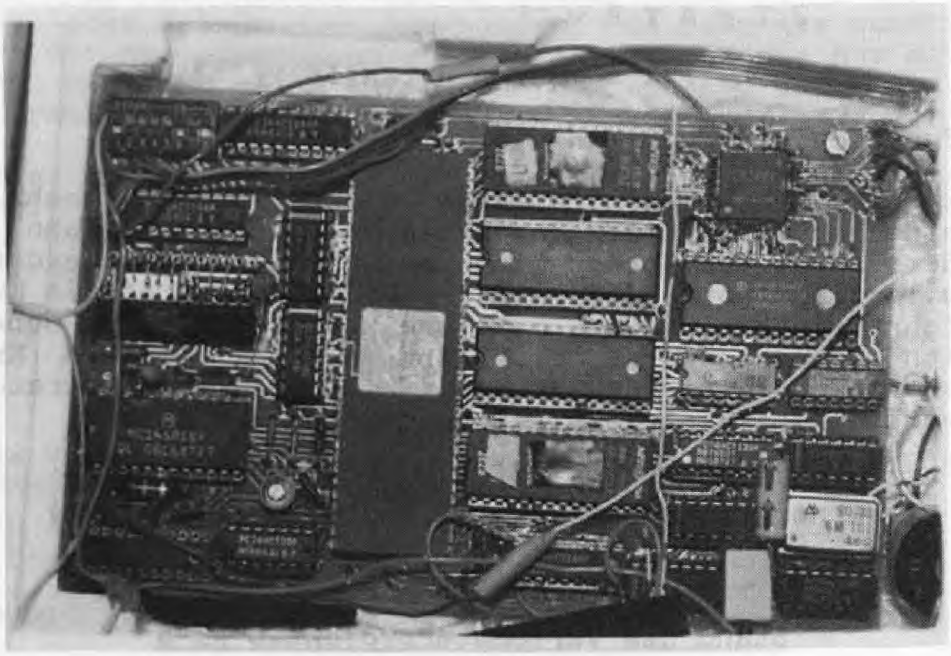


Abbildung 1.: Die AK-6 Rechnerplatine

Ende März war es endlich soweit! Das AK-6 wurde zum ersten Mal in Betrieb genommen. Der Prozessor lief denn auch auf Anhieb fast zwei Mikrosekunden lang. In den folgenden Wochen wurden mit Hilfe von Oszilloskop und Logikanalysator die Hard- und Softwarefehler behoben. Der organisatorische Aufwand zum Brennen eines neuen EPROM-Satzes stellte sich schnell als Hindernis für eine zügige Software-Entwicklung heraus. Vor allem die Datenübertragung vom Entwicklungssystem auf der UNIX-Workstation zum Programmiergerät am PC war sehr zeitaufwendig. Deshalb implemetierten wir zunächst ein Monitorprogramm auf dem AK-6 um es direkt mit dem Entwicklungssystem verbinden zu können.

Damit der Mikroprozessor überhaupt mit den anderen Bauteilen kommunizieren kann, mußte zunächst ein Teil des Betriebssystems, das sogenannte BIOS (Basic Input Output System) erstellt werden. Im AK-6 gehören hierzu im Wesentlichen die Behandlung der Interrupts (Ausnahmeverarbeitungen) sowie die Zugriffe auf die Systemuhr, den Bildspeicher und die serielle Schnittstelle. Der Einsatz eines Logikanalysators war in diesem Stadium teilweise die einzige Möglichkeit, Aussagen über mögliche Fehlerquellen zu machen. Leider steht der Akaflieg ein solches Gerät zur Zeit nur sehr selten zur Verfügung (Um Abhilfe wird gebeten).

Bereits nach vier EPROM-Versionen arbeiteten das Betriebssystem und der Monitor zufriedenstellend. Die Vorteile der nun möglichen Kopplung zwischen AK-6 und Workstation seien kurz am Beispiel einer Programmänderung dargestellt:
Wenn wir im Unterprogramm zum Löschen der LCD-Anzeige einen Fehler im EPROM lokalisiert haben, muß die entsprechende Stelle im Quelltext korrigiert werden. Hierzu stehen uns alle Betriebsmittel des UNIX-Systems zur Verfügung. Sämtliche Quelltexte sind in der Programmiersprache C geschrieben. Das betreffende C-Programm wird also geändert, neu übersetzt und passend zur Adressaufteilung des AK-6 Systems mit den anderen Modulen gebunden. Das AK-6 wird nun über eine serielle Schnittstelle mit der Workstation verbunden und das korrigierte Programm in den Hauptspeicher unserer Schaltung überspielt. Nun kann gestartet und der nächste Test durchgeführt werden.

Abbildung 2.: Das komplette Testsystem mit AK-6 Rechnerplatine, Anzeige und Netzgerät sowie dem Terminal des Entwicklungssystems.

Zur Fehlersuche und für einfache Programmänderungen sind einige Funktionen im Monitorprogramm enthalten. Die Inhalte von Speicherzellen und Registern können zyklisch während des Programmablaufs oder manuell eingesehen werden. Fehlerhafte Programmstellen oder Daten im Hauptspeicher können geändert werden. Dabei ist besonders der Disassembler des Betriebssystems von Nutzen, der es ermöglicht, anstatt abstrakter Zahlen die mnemotechnischen Kürzel der im Programm abgelegten Instruktionen darzustellen.

Lange Zeit bereitete uns die LCD-Anzeige Schwierigkeiten. Das Datenblatt liess etliche Fragen offen, die auch vom Kundenberater der Firma nicht zufriedenstellend beantwortet werden konnten. Nach einigem Probieren können wir mittlerweile die gewünschte Information darstellen, aber der Zeichenkontrast ist für den Einsatz im Segelflugzeug noch verbesserungsbedürftig. Die Anpassung der bereits vorhandenen Simulationsprogramme für die Gestaltung der Anzeige verlief problemlos.

Abbildung 3.: Das Schirmbild des Entwicklungsprogrammes

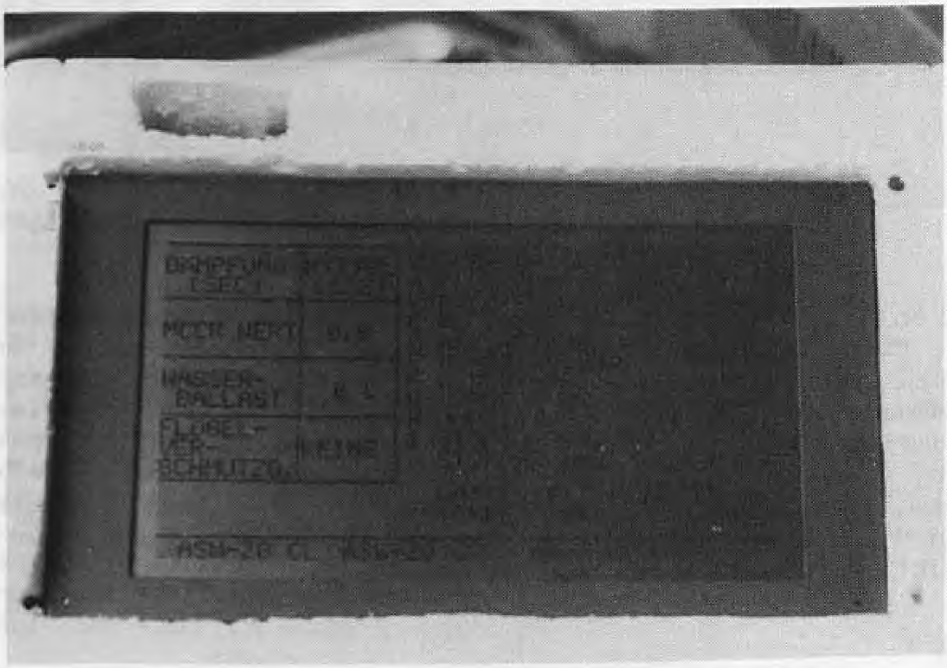


Abbildung 4.: Die Anzeige des AK-6 zeigt erste Werte

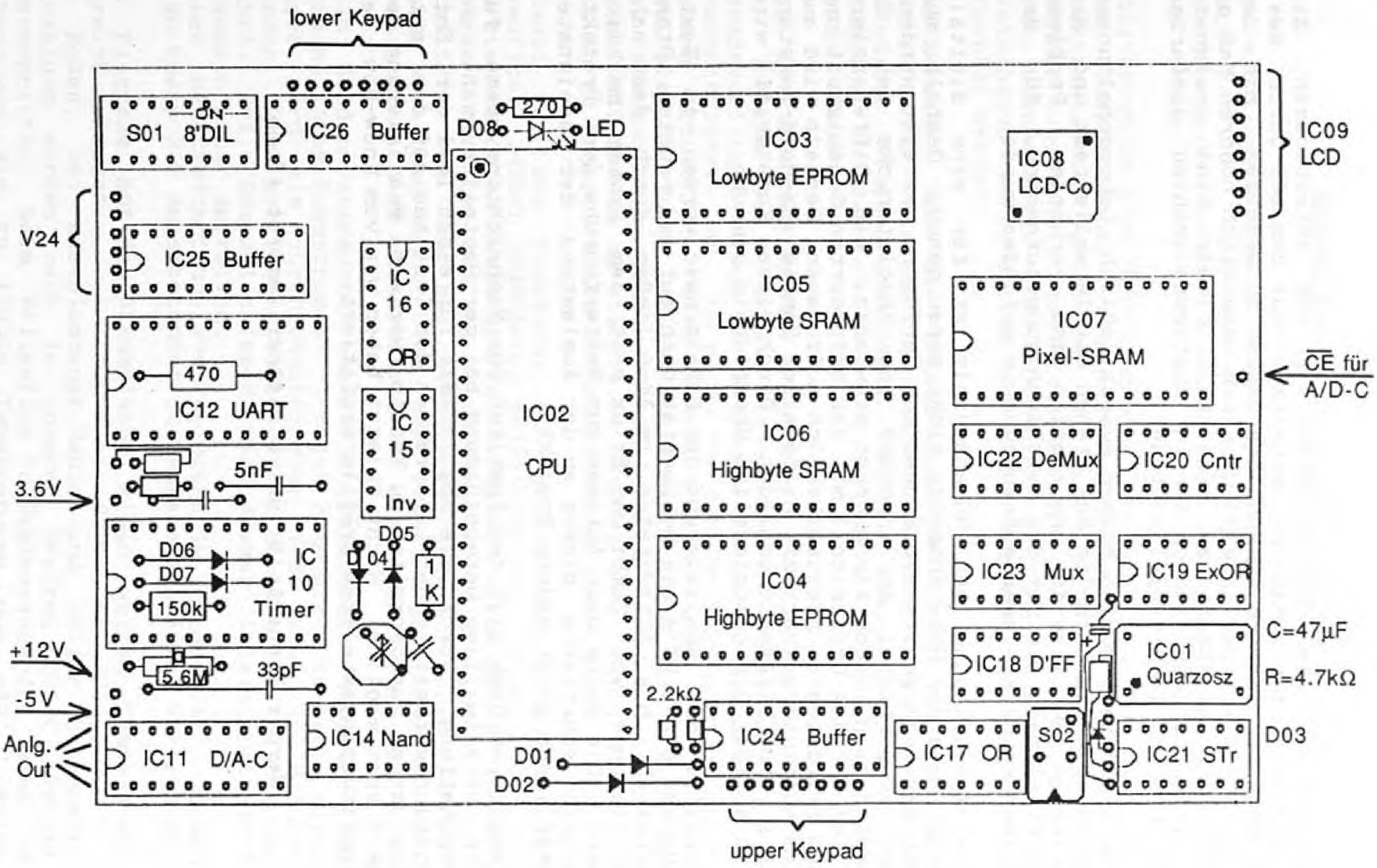


Abbildung 5.: Der Bestückungsplan der AK-6 Digitalplatine

Bereits zu Jahresbeginn hatten wir uns entschlossen, die geplante transparente Folientastatur auf dem LCD durch zwei Reihen von Tastern am Rand des Ganzen zu ersetzen. Mit dem Tastenfeld auf der Anzeige wäre ein wesentlich höheres Maß an Bedienfreundlichkeit zu erreichen, bisher sind geeignete Folientastaturen jedoch nur in Musterstückzahlen lieferbar und für uns leider viel zu teuer.

Vom Analogteil wurden bisher ausschließlich Laborschaltungen getestet. Die Schaltpläne stehen mittlerweile fest und die Bauteile inklusive der Drucksonden sind vorhanden. Probleme bereitet nach wie vor der Beschleunigungsaufnehmer, für den bisher keine preiswerte Bezugsquelle gefunden wurde.

Die Meßauflösung des Höhensignals ist für eine digitale Bestimmung der Höhenänderung nicht genau genug. Deshalb muß auf der Analogseite ein Signal zur Verfügung gestellt werden, das proportional zur Änderung des Absolutdrucks ist. Es erwies sich jedoch als äußerst schwierig, ein Differenzierglied für das Drucksignal mit der geforderten Genauigkeit und dem festgelegten Frequenzbereich aufzubauen. Deshalb wird aus dem Absolutdruckwert mit Hilfe eines Sample-and-Hold-Verstärkers eine Differenz gebildet. Durch diesen Kunstgriff wird das analoge Differenzierglied überflüssig gemacht.

Parallel zur Realisierung der Schaltungen wurden im Textsystem eines PC's die Dokumentationen auf dem neusten Stand gehalten. Die Aktivitäten am AK-6 ließen durch das nahe Studienende von Zombi und Bilux seit dem Sommer merklich nach. Die Suche nach Aktiven zur Weiterführung der Projektarbeit scheiterte bisher an der Auslastung der geeigneten Akaflieger durch andere Projekte.

Besonderer Dank gilt dem Institut für Nachrichtensysteme für die bereitwillige Unterstützung bei der Bauteileauswahl und Beschaffung. Durch die Möglichkeit für einen Teil der Entwicklungsarbeit in den Laborräumen des Institus auf die gute Ausrüstung zurückgreifen zu können, war eine Realisierung des AK-6 erst möglich. Nicht zuletzt haben wir vom Know-How der Institutsangestellten kräftig profitiert.

Werner Bennert (Bilux) & Dietmar Zembrot (Zombi)

Akkumulatoren in Segelflugzeugen

Da ein Segelflugzeug keinerlei eigenen Energieerzeuger an Bord mitführt, muß der notwendige Strom zum Betrieb der elektronischen Bordinstrumente aus einem Akkumulator entnommen werden.

Üblicherweise sind Segelflugzeuge mit dem für Flüge außerhalb des Platzbereiches vorgeschriebenen Funkgerät sowie einem elektronischen Variometer und eventuell einem Endanflugrechner ausgerüstet. Sonderausrüstungen wie Künstlicher Horizont, Wendezeiger oder Antikollisionsbeleuchtung sind in Deutschland sehr selten und sollen deshalb hier nicht betrachtet werden.

Um Aussagen über die Dimensionierung eines Akkumulators, seine Ladung, Wartung und Pflege zu machen, wird ein achtstündiger Flugtag angenommen. Während dieser Zeit soll das Flugzeug in Betrieb sein und der Akku nicht nachgeladen werden müssen.

Das Elektronikvariometer zeigt dem Piloten beim Kreisen in der Thermik das effektive Steigen seiner Maschine und im Geradeausflug die nach der McCready-Theorie optimale Vorfluggeschwindigkeit an. Um nicht von der Beobachtung des Luftraumes abzulenken, wird diese Anzeige auch durch einen äquivalenten Summ- oder Piepton akustisch bereitgestellt. Die Stromaufnahme eines solchen Gerätes beträgt typischerweise 150mA. Da es ständig in Betrieb ist, führt dies mit 1,2 Ah zu knapp 37% des Stromverbrauchs eines Tages.

Ebenso ist das Funkgerät in Hörbereitschaft eine recht niedrige, jedoch andauernde Belastung (ca. 200mA). Da die Geräte über eine Rauschsperre verfügen, wird der NF-Endverstärker nur bei Empfang eines gewissen Signalpegels zugeschaltet, was aber bei regem Funkverkehr durchaus 50% der Zeit erreichen kann. Dies führt zu einem angenommenen Verbrauch von 1,5 Ah entsprechend 47% des Gesamtverbrauchs.

Beim Senden verbrauchen unsere Flugfunkgeräte ungefähr das 10fache ihres Ruhestroms, also gut 2 Ampere. Im Laufe eines Tages wird ein durchschnittlicher Pilot etwa 10 Minuten senden, was mit zusätzlichen 0.5 Ah zu 16 % des Verbrauchs führt. Bei "Quasselstrippen" wird dieser Anteil natürlich ungemein höher ausfallen.
Unter Berücksichtigung von Verlusten im "Kabelsalat" werden also knapp 3,5 Amperestunden im Laufe eines Tages verbraucht.

Im Flugzeug muß der Akkumulator einen weiten Temperaturbereich ertragen:
Am Boden, bei geschlossener Haube und voller Sonneneinstrahlung werden auch in unseren Breiten 50° C leicht überschritten. Beim Wellenflug in Gebirgsgegenden sind in Höhen von bis zu 10000m Temperaturen von -40° C keine Seltenheit.

Unempfindlichkeit gegenüber wechselnden Aussendrücken sowie absolute Lageunabhängigkeit sind andere Grundbedingungen für die Auswahl geeigneter Zellen.
Somit kommen nur Nickel-Cadmium- oder geschlossene, wartungsfreie Bleigelakkumulatoren mit ca. 6 bis 10 Ah in Frage.

Durch Spenden insbesondere der Firma VARTA besitzt die Akaflieg Vertreter beider Typen. Ni-Cd-Akkus haben sich dabei als etwas unkritischer in der Behandlung herausgestellt. Sie können zum Beispiel mit Konstantstrom geladen werden und sind dabei unempfindlicher gegen gelegentliches Überladen oder Tiefentladung (Akku am Ladegerät oder im Flugzeug vergessen). Bleigelakkus beginnen bei Überschreiten der Ladeschlußspannung zu gasen, so daß das nicht mehr nachfüllbare gelartige Elektrolyt schwindet: Kapazität geht unwiederbringlich verloren.
Bei nur etwas zu niedriger Ladespannung erreichen sie keinen ausreichenden Ladezustand. Dabei wird oft nicht beachtet, daß die Ladeschlußspannung temperaturabhängig ist (Bild 1 / Kurve 1). Je nachdem ob in der Sonne (30°), in der Werkstatt (20°) oder in einer kalten Fluglagernacht im Zelt (0°) geladen wird gibt es andere Resultate. Ebenso kann sich der Akkumulator selber beim Ladevorgang erwärmen und diesen beeinflussen.

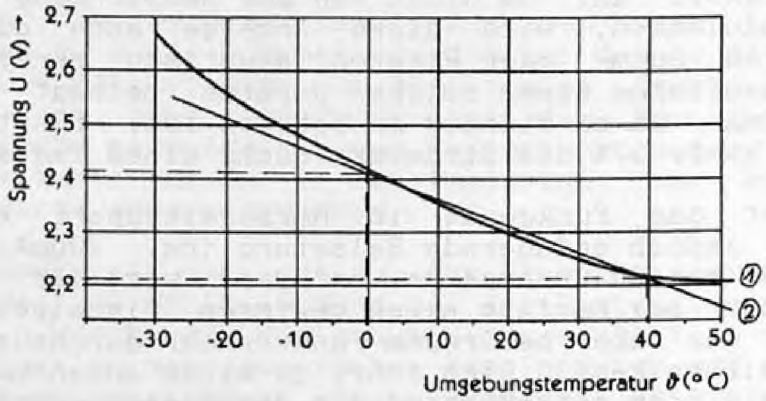


Bild 1: Kurve 1 - Zulässige Ladeschlußspannung einer einzelnen Bleigelzelle in Abhängigkeit der Temperatur.
Kurve 2 - Lineare Näherung.

Wir haben einmal an unseren älteren Akkus die Entladespannung über der Zeit bei konstantem Entladestrom (2 I_{20}) gemessen (Bild 2). Dabei hat sich gezeigt, daß mehrere Akkus nur noch 0.5 bis 0.1 ihrer Anfangskapazität erreichten. Als Ursachen kommen falsches Laden, häufige Tiefentladung durch Benutzung bis zum totalen Spannungszusammenbruch oder Selbstentladung während der Winterpause in Betracht.

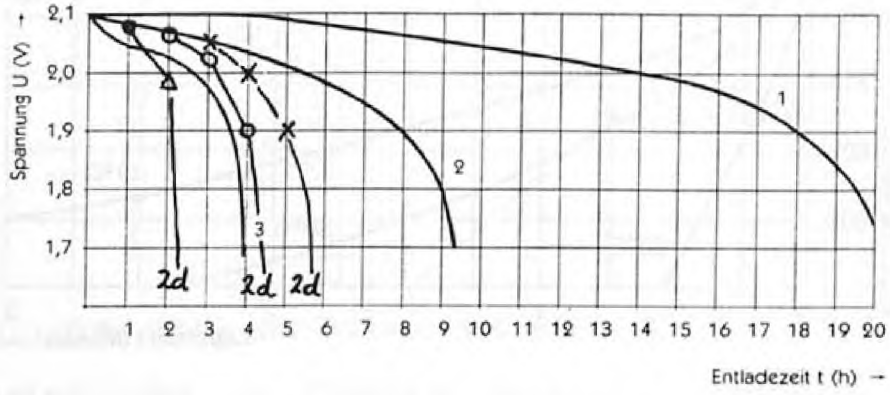


Bild 2: Spannungsverlauf beim Entladen einer Pb-Zelle bei Raumtemperatur mit folgenden Entladeströmen:
Kurve 1 - 1/20 Nennkapazität * h
Kurve 2 - 2/20 Nennkapazität * h
Kurve 3 - 4/20 Nennkapazität * h
Kurve 2d- 2/20 Nennkapazität * h / defekter Akku

Abhilfe gebracht hat die Entwicklung eines neuen Akkuladers, der sich seit dem Pfingstfluglager im Dauerbetrieb bewährt. Er hat verpolungssichere, überspannungs- und Kurzschlußfeste Ausgänge und lädt dabei bis zu sechs Akkus gleichzeitig. Die verschiedenen Akkumulatortypen werden durch die unterschiedliche Belegung des dreipoligen Steckers erkannt (Bild 4a):

- Nickel-Cadmium-Akkus haben eine Brücke zwischen U_x und Masse. Das Ladegerät lädt nun für 12h mit 600 mA, danach wird automatisch auf Ladeerhaltungsstrom

  $$I_{ERHALT} = \frac{1}{2} K_{NENN} / 0{,}75 \text{ Monate} = 5{,}4 \text{ mA}$$ (Bild 3)

  umgeschaltet.

- In unsere Bleigelakkumulatoren haben wir je einen Thermosensor LM 335Z eingebaut, an dem die genau definierte Spannung

  $$U_x(T) = T * 10 \text{ mV} / K$$

  abfällt. Somit kann das Ladegerät den Akku mit temperaturgesteuerter Spannung (Strombegrenzung 600 mA) gemäß

  $$U_{LADE}(T) = T * -30\text{mV} / K + 22{,}68 \text{ V}$$

  laden. Dieser Zusammenhang wurde durch Linearisieren der Kurve des Herstellers über einen realistischen Temperaturbereich gewonnen (Bild 1 / Kurve 2).

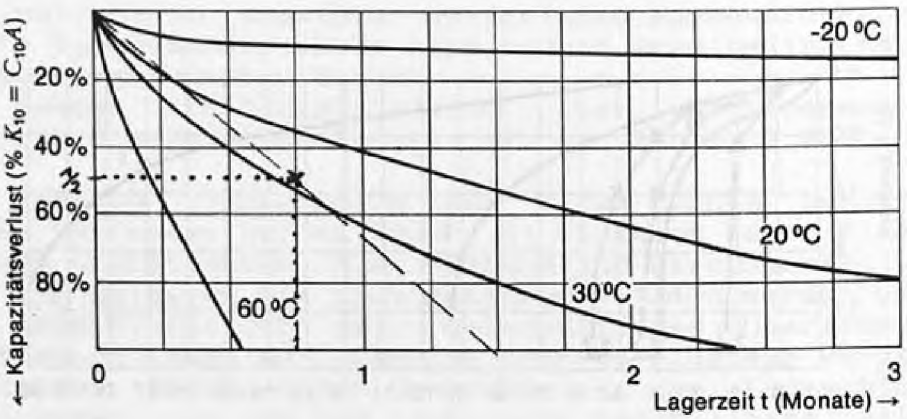


Bild 3: Selbstentladung eines NiCd-Akkumulators. Die gestrichelt dargestellte Selbstentladung wird durch 5,4 mA Ladeerhaltungsstrom gerade noch kompensiert; bei 20°C bleiben 80% und bei 30°C 45% der Kapazität sicher erhalten.

Somit können alle Akkus permanent, auch über die Winterpause am Akkulader angeschlossen bleiben und sind immer gut geladen, wenn sie gebraucht werden.

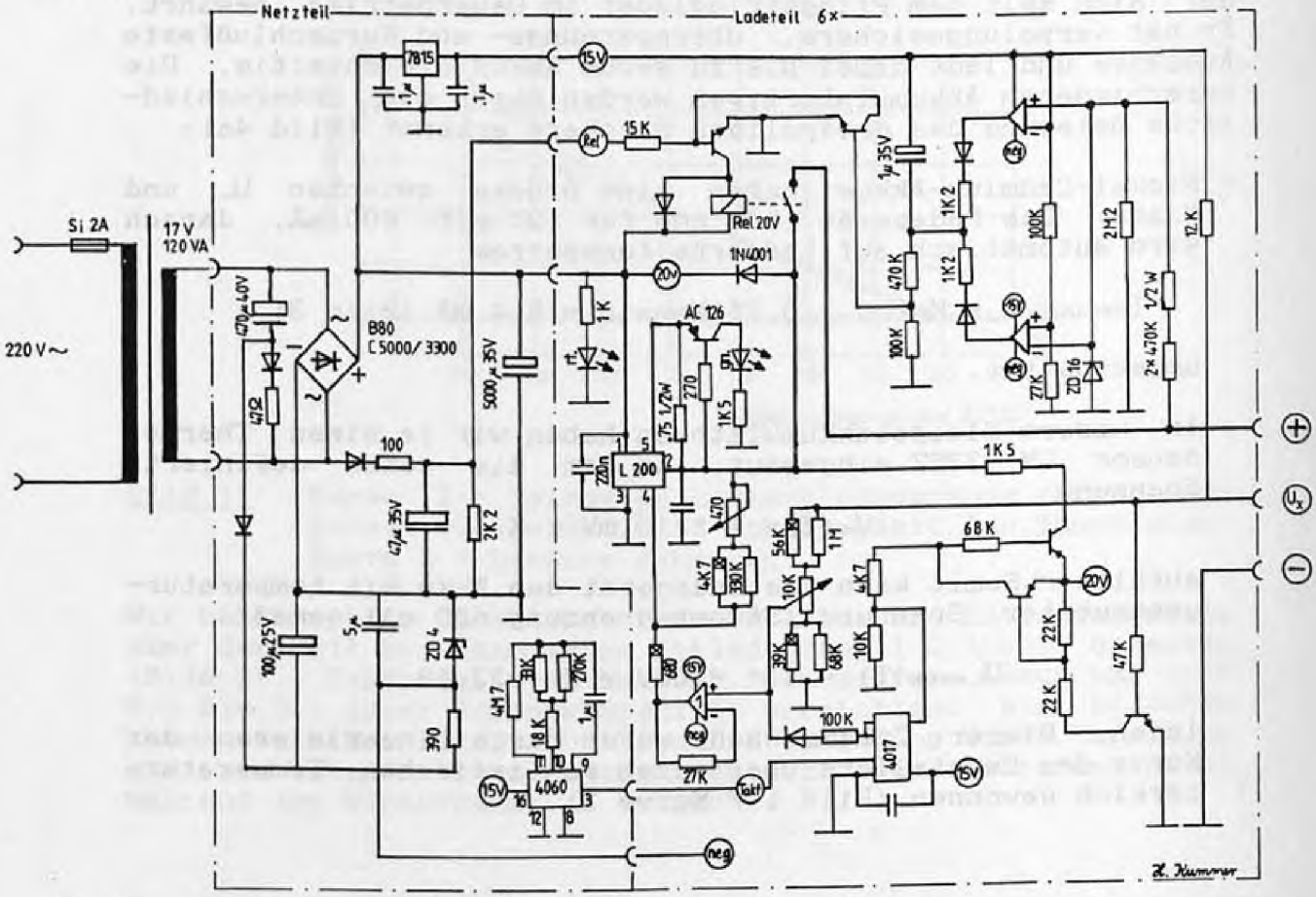


Bild 4: Schaltplan des im letzten Winter gebauten Akkuladers

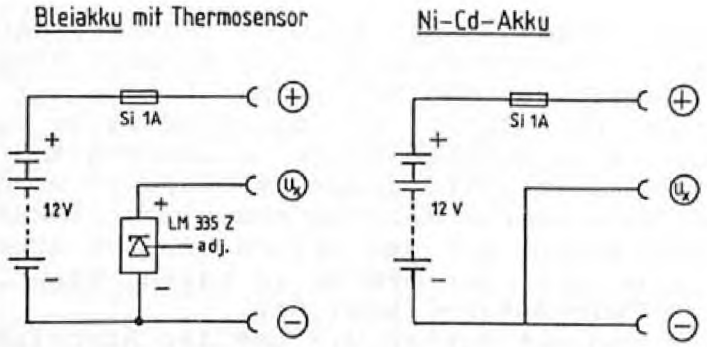


Bild 4a: Schaltung der Akkumulatoren am Anschlußstecker

Das Tiefentladen im Flugzeug wird durch eine Schaltung verhindert, die den Akku bei unterschreiten von 7,2 V vom Bordnetz trennt. Um Schwingungen zu vermeiden, schaltet sie erst bei Überschreiten von 9,5 V wieder ein.

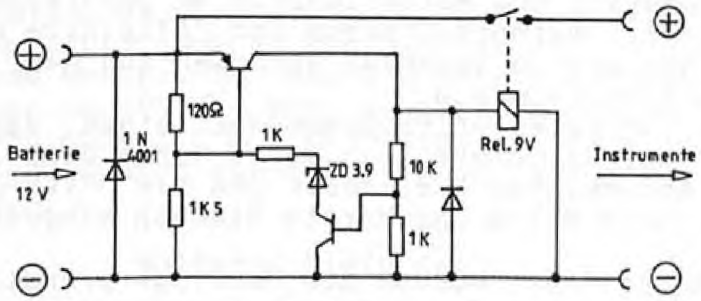


Bild 5: Schaltplan des Tiefentladeschutzes

Diese Mimik war allerdings sehr scharfer Kritik, insbesondere von Seiten unserer Wettbewerbspiloten ausgesetzt, denn wer hat es (wie Paule passiert) schon gerne wenn auf dem letzten Schenkel eines 500 km-Dreiecks plötzlich der Strom weg ist. Eine dauernde Ladezustandsanzeige und/oder eine "Frühwarn-LED" könnten hier in Zukunft Abhilfe schaffen.

Hanspeter Kummer (Bliemchen)

IDAFLIEG - Sommertreffen 1988

Lange Zeit sah es so aus, als müßte das IDAFLIEG-Sommer-treffen in diesem Jahr mit absoluter Minimalbesetzung durch-geführt werden. Aus Aachen, Berlin und Esslingen kamen keine Teilnehmer nach Aalen-Elchingen; Darmstadt und München schickten jeweils nur einen Piloten.

Auch auf der Flugzeugseite waren keine besonderen Höhepunkte zu finden, was vielleicht doch mit ein Grund für das recht geringe Interesse war. Dadurch hatte das diesjährige Treffen jedoch einen sehr familiären Charakter, man konnte sich ungestört der Detailarbeit widmen.

Unsere Gruppe stellte mit Werner Bennert, Andreas Doll, Wolfgang Lieff, Jan Linnenbürger und Norbert Mankopf fast ein Viertel der Teilnehmer des Treffens. Leider war unser Hauptmessobjekt, der Twin-Astir "FT" nur eine Woche vor Beginn des Treffens wie alle anderen Twins in Deutschland durch eine Anweisung des Luftfahrtbundesamtes gesperrt worden, so daß wir in aller Eile unsere Meßprogramme "umstricken" mußten. Es wurde ein Arrangement mit den beiden Hannoveraner Akafliegern getroffen, die mit der AFH-22 in Aalen waren, welche ja immerhin auch Twin-Astir-Flügel hat.
Als weiteres Projekt hatten wir uns den Abschluß der aerodynamischen Messungen an der ASW-20 mit Abdichtbändern vorgenommen, die Helmut Rohs im letzten Jahr begonnen hatte. Kurzfristig mußte auch noch unser Motorflugzeug zum Schleppen nach Aalen mitgenommen werden, da die Münchner Maschine unklar war.

Somit zogen dann bei bestem Wetter die Karlsruher Akaflieger mit Hänger-Gespann und Motorflugzeug am Sonntagnachmittag gen Aalen-Elchingen. Aufenthaltsraum und Zeltplätze wurden sofort nach der Ankunft in Beschlag genommen und man fühlte sich denn auch gleich heimisch.
Als erster offizieller Programmpunkt stand das Abendessen beim "Bock" auf der Liste. Bis dahin waren denn auch alle aus dem Norden angereisten Akaflieger und die DFVLR-Crew Dietmar Schmerwitz, Gerd Stich und Martin Zikesch eingetroffen.

In den nächsten Tagen wurden die Neulinge gründlichst von den DFVLR-Piloten in die Flugeigenschaftsmessungen eingewiesen, während die anderen Piloten sofort mit Ihren Messaufgaben begannen um ja keinen Tag gutes Wetter zu verschenken.
Ebenso wurde sofort mit den geplanten Leistungsvermessungen begonnen, da hier (siehe letztes Jahr) der Wetterfaktor noch stärker wirksam ist. Neben den Eigenschafts- und Leistungsvermessungen wurden hauptsächlich folgende Sondermessprogramme durchgeführt:

- Untersuchung der induzierten Anströmung des Leitwerkes, insbesondere bei Wölbklappenflugzeugen mit verschiedenen Überlagerungsauslegungen.

- Quantitative Vermessung des Einflußes turbulenter Rumpfumströmung an der D-40.

- Verbesserung der Rumpf-Flügelübergangsströmung durch Wirbelerzeuger an Glasflügel-Hornet und AFH-22.

Weiter wurden Messungen mit Nachlaufrechen und Anstrichbilder hergestellt, auf deren Ergebnisse zum Wintertreffen man gespannt sein darf.

Daß die Skepsis in Bezug auf das Wetter berechtigt war, zeigte sich ungefähr zu Halbzeit des Treffens. Erste Gewitterfronten und Staulagen an der Albkante zeigten sich; mehr als einmal wurden wir beim Einräumen kräftig naß. Als interessantes "Alternativprogramm" wurden dann Vorträge von Vertretern der DFVLR oder eines anwesenden "VIP"-Gastes wie Professor Morelli aus Italien organisiert.

Nur noch sehr wenige Tage waren für Sondermessungen oder gar Leistungsvermessungen geeignet. Auch die Trudelerprobung des einzigen anwesenden Prototypen, der Stemme S10, konnte leider nicht mehr durchgeführt werden.

So fand der Abschluß des Lagers am letzten Sonntag im August dann auch im Nieselregen statt. Alle Flugzeuge wurden wieder abgerüstet, allen voran die Mü27 die alleine zwölf Akaflieger beschäftigte. Als gegen Mittag alles aufgeräumt und abgerechnet war, fanden sich unsere Motorflieger Jan und Wolfgang plötzlich ganz allein auf dem Flugplatz wieder.
Laut Wetterberatung war in der Stuttgarter Gegend und im Rheintal bestes Wetter, nur die Albkante sorgte für Stauregen und Basishöhen um 100 m. Erst am späten Nachmittag, nach einigen Stücken Kuchen und vielen Tassen Kaffee im Flugplatzrestaurant konnte auch die Bölkow nach Karlsruhe zurückgeflogen werden.

Wolfgang Lieff (Hol)

Werkstattbericht 1987/88

Im Berichtszeitraum (01.07.1987 bis 30.06.1988) bildete unser Segelflugzeugprojekt AK-5 den Schwerpunkt der Arbeiten.

Die vier Flügelhalbschalen mit ihren Einbauten wurden zusammengeklebt und sofort nach dem Entformen getempert. Dann wurden die weiteren Arbeiten an Steuerung, Anschlußbeschlägen und Oberfläche durchgeführt, so daß die Flügel als quasi flugfertig gelten können.

Die Fertigstellung des Rumpfes machte ebenfalls große Fortschritte. Die Rumpfunterschale wurde eingelegt sowie die ersten Einbauten und Beschlagteile für den Rumpf angefertigt und teilweise schon eingepaßt. Parallel hierzu wurden die Nachweise für die Zulassung geführt und die Konstruktion von Steuerung und Einbauten fortgesetzt.

Noch vor der offiziellen Inbetriebnahme unserer Segelflugstartwinde AFK-3 (Taufe am 03.10.1987) brachte sie 1987 ihre erste volle Saison hinter sich. Umbauten oder größere Reparaturen waren nicht notwendig. Im Winter wurden nur die notwendigen Wartungsarbeiten, verbunden mit genauester Überprüfung aller Teile sowie eine Vorbereitung für die weiteren Messprogramme zur Untersuchung des Windenstarts durchgeführt. Das Variometerprojekt AK-6 auf Digitalrechnerbasis wurde softwaremäßig weiterverfolgt und an einem Versuchsaufbau erfolgreich demonstriert.

Die Elektronikwerkstatt konnte nach der Renovierung ihren Betrieb wieder voll aufnehmen. Neben der Unterstützung bei den verschiedenen Projekten und Wartungsarbeiten wurden die elektrischen Gerätschaften der Akaflieg gewartet, verbessert oder gar selbst gebaut (z.B. Akkuwächter, Akkulader, Fahrwerkswarnung...).

Außer den Arbeiten an den oben geschilderten Projekten, mußten auch einige Arbeitsstunden für die "routinemäßige" Wartung und Instandhaltung von Fluggerät, Fahrzeugen und Räumlichkeiten aufgewendet werden. Im Winter wurde die übliche jährliche Überholung der Flugzeuge durchgeführt, wobei in diesem Jahr der Twin-Astir "FT" und die ASW-15 "FL" ganz besonders gründlich behandelt wurden. Der Motor des Motorseglers AK-1 wurde von einigen Alten Herren gründlich durchgesehen. Von außerplanmäßigen Reparaturen oder gar Brüchen blieben wir glücklicherweise verschont. Auch in diesem Berichtszeitraum erforderte unser Motorflugzeug Bölkow 207 einigen Einsatz an Wartungsarbeit. Neben dem Einbau eines neuen Motors im Sommer 1987 mussten auch umfangreiche Wartungsarbeiten an der Zelle durchgeführt werden.

Die Wartung der Fahrzeuge und Transportanhänger stellt auch immer wieder einen größeren Posten in unserer Arbeitsstundenabrechnung dar, insbesondere unserem DB-207 Kleinbus merkt man seine fast 400.000 km (davon fast die Hälfte im Anhängerbetrieb) langsam immer stärker an.
An Arbeiten zur Erhaltung von Einrichtungen der vier am Flugplatz Karlsruhe-Forchheim beheimateten Vereinen ist die Verlegung eines Zaunabschnittes hervorzuheben, der nun einen größeren Anflugsektor im Norden erlaubt.

Alle Arbeiten, die in keine dieser Rubriken einzuordnen waren, wie Computersimulationen, Aufräumarbeiten in Werkstatt und Aufenthaltsraum, Tag der offenen Tür, usw., sind in der Rubrik "Sonstiges" zusammengefasst.

Die im Zeitraum vom 01.07.1987 bis zum 30.06.1988 von den Mitgliedern der Akaflieg Karlsruhe geleistete Arbeit ist in folgender Übersicht aufgeschlüsselt:

AK-5 Segelflugzeug	3697 h
AK-6 Variometer	754 h
AFK-3 Startwinde	551 h
Elektronikwerkstatt	515 h
Segelflugzeugwartung	250 h
Bölkow 207	317 h
Fahrzeuge und Anhänger	202 h
Flugplatz und Gebäude	89 h
Sonstiges	698 h
Gesamtsumme	7073 h

Nicht enthalten ist die Arbeit der Vorstandsmitglieder, unseres Werkstattleiters Hans Odermatt sowie Arbeitszeit von Mitgliedern der Altherrenschaft.

Auch in diesem Berichtszeitraum besuchten Mitglieder unserer Gruppe technische Lehrgänge des BWLV und erwarben dabei folgende Berechtigungen:

Segelflugzeugwart:	Andreas Doll	(Emil)
	Manfred Fasler	(Chips)
Motorseglerwart:	Norbert Mankopf	(Henry)
Flugzeugwart:	Andreas Doll	(Emil)
	Wolfgang Lieff	(Hol)
	Norbert Mankopf	(Henry)

Die erworbenen Berechtigungen gewährleisten eine fachgerechte Durchführung und Anleitung von Arbeiten in unserer Werkstatt.

Heinz Knittel (Fuji,H1)

C. Flugbetrieb

Pfingstlager 1988 in Bayreuth

Eigentlich gehe ich ja ganz gerne zu unseren Donnerstags-Versammlungen; - Neuigkeiten,nette Unterhaltung, usw.. Aber irgendwann in diesem Frühjahr kamen plötzlich verschiedene Leute auf mich zu und erzählten ständig etwas vom Pfingstlager und einem Lagerleiter und ich sei ja im letzten Jahr auch dabeigewesen.....

Also hängte ich eine Liste ans schwarze Brett, wer denn mitmachen will. Wenn ich diese Liste nicht rechtzeitig abgehängt hätte, hätten manche Leute wohl auch noch auf dem Brett weitergeschrieben. Über Personalmangel hatten wir dieses Mal wirklich nicht zu klagen. Insbesondere, daß sich für die ganze Woche Fluglehrer finden ließen (Paule, Jan und Kombi), fand großen Anklang bei den Flugschülern.

Kurz vor Pfingsten schlug Murphy noch einmal zu, denn es kam eine Technische Mitteilung aus dem Hause Schleicher: Die Holmstege aller deutschen ASW-15 und somit auch unserer beiden mußten auf Befall mit Balsaholzzersetzendem Schimmelpilz überprüft werden.
Murphy hatte aber keine Chance, die eilends angesetzte Untersuchung verlief für uns positiv und wir waren startklar.

Und dann ging's los: Am Samstag fuhren Backe und Nase mit der Winde (LKW-Sonntagsfahrverbot) inklusive einer Reifenpanne nach Bayreuth. Am Pfingstsonntag tröpfelte dann die Hauptstreitmacht ein: Insgesamt zwanzig Aktive und drei AH mit Anhang fuhren (flogen) gen Nordbayern. Mit dabei waren alle unsere Segelflugzeuge, C_w's Cirrus und unsere Bölkow.

"Was macht man wenn es regnet ?". Diese Frage blieb ausnahmsweise überflüssig, denn fast jeden Tag war gutes Wetter, so daß trotz der großen Teilnehmerzahl niemand zu kurz kam. Einige schöne Überlandflüge konnten gemacht werden und auch der Schulbetrieb hatte Erfolge zu verzeichnen.
Unsere inzwischen "berühmte" Winde wurde viel bestaunt und eingehend untersucht.
(Originalton Windenfahrer: "Wenn ich hier Eintritt nehmen würde, wäre ich morgen ein reicher Mann !")

Für jemanden wie mich, dessen Kochkunst nicht weit über Tiefkühlpizza hinausreicht war es faszinierend zu sehen, daß es immer jemanden gab, der bereit war dafür zu sorgen, daß zwanzig Mann/Frau am Abend satt und gut gelaunt vom Tisch aufstehen konnten. Besonders erwähnenswert am gut laufenden Küchendienst ist Tempo's Pfannkuchenaktion, bei der die Schlange im Küchenzelt Erinnerungen an die Mensa weckte.

Selbst wenn man es darauf angelegt hätte, wäre es unmöglich gewesen morgens zu verschlafen:
- Zuerst der Segelflugwetterbericht aus Bliemchens "Hochleistungscampingplatzbeschallungskofferradaudio".
- Dann folgte Paule mit dem Halali auf seinem Jagdhorn.
- Und spätestens wenn die ganzen Möchtegernhornisten auf diesem Instrument zu üben begannen war jeder wach.

Doch an so manchem Tag saßen wir noch seelenruhig beim Frühstück, während sich rundherum schon die Thermik entwickelte. Nicht so allerdings am Sonntag, dem letzten Tag des Lagers. Bei eher mäßigen bis schlechtem Wetter versuchten einige wackere Akaflieger schon frühmorgens einen Flugbetrieb aufzuziehen, nur um dann festzustellen, daß der Platz am Wochenende nicht so früh öffnet wie unter der Woche.
Der Grund der ganzen Hektik: Peter sollte noch in Bayreuth freifliegen. Sein erster Alleinflug und die obligatorische "Taufe" mit derben Schlägen auf den Allerwertesten waren dann auch ein Höhepunkt und Abschluß des Lagers.

Es wäre zu schön gewesen, wenn nicht noch etwas unangenehmes passiert wäre: Das Fahren mit Segelflugzeuganhängern hat eben seine Tücken. Klopfer als Fahrer von Hol's Auto mit C_w's Flugzeug am Knubbel baute einen "Ringelpietz" auf der Autobahn.
Glücklicherweise kam er mit dem Schrecken und ohne Fremdschaden davon. Allerdings war das Flugzeug leicht beschädigt, die Deichsel des Anhängers verbogen und das Auto schrottreif. Somit konnte unsere Winde zum ersten Mal ihre Fähigkeiten als Abschleppfahrzeug unter "realistischen Bedingungen" beweisen.

Jedenfalls war am sehr frühen Montagmorgen das Gros der Akaflieger wieder in Karlsruhe und das Fluglager somit beendet.

Andreas Fauerbach

Alpenfluglager in Reutte

Die Liste am schwarzen Brett in der Akaflieg-Werkstatt platzte aus allen Nähten. Unter der Überschrift "Reutte-Lager 88" hatten sich mehr als zwanzig Akaflieger mit der Absicht eingetragen, im Juli dem Alpensegelflug zu fröhnen. Die rege Beteiligung an einem Theorieabend über die Besonderheiten des Segelfliegens im Gebirge deutete bereits an, daß am diesjährigen Reutte-Lager die zahlenmäßig größte Mannschaft seit mehr als zehn Jahren teilnehmen würde.

Wenig Glück mit dem Wetter hatte zunächst einmal unser AH C_w (K.W. Bentz), der von seiner Angetrauten eine Woche Ferien vor dem offiziellen Familienurlaub erhalten hatte und sozusagen als Vorhut fungierte.

Derweil wurden in Karlsruhe die Flugzeuge auf Hochglanz poliert und vor allem der Benz-Bus DB 207 wieder fahrbereit gemacht (ein Übel das sich durchs ganze Jahr zog). Mit hoffnungsvollen Wetterprognosen für das Wochenende starteten die ersten fünf Aktiven frühmorgens gen Reutte. Da die abziehende Kaltfront bereits am Alpenrand wieder eingeholt wurde, blieb uns zunächst genug Zeit ein ausführliches Frühstück mit Blick auf die Allgäuer Alpen bei Lola's Eltern zu geniessen.

Pünktlich zu unserer Ankunft auf dem Flugplatz Reutte-Höfen kam auch die Sonne zum Vorschein. Die Pfützen auf dem Campingplatz waren wesentlich kleiner als erwartet, so daß dem Aufbau der Zelte nichts mehr im Wege stand.
Die Ausserferner Segelflieger hatten im Frühjahr die sanitären Einrichtungen am Rande ihres Flugplatzes erweitert; fließend Warmwasser und Duschen erhöhen die Attraktivität des Platzes. Da nun auch ein fest angestellter Platzwart beschäftigt wird, ist wohl als Kehrseite dieser ganzen Vorzüge für das nächste Jahr mit einer kräftigen Gebührenanhebung zu rechnen.

Leider reichte die Sonneneinstrahlung an diesem Tag nicht mehr aus, um für zum Hangflug am Schloßberg ausreichenden Talwind zu sorgen. Dafür war das Wetter der folgenden drei Tage fast schon zu gut für Einweisungsflüge in der "näheren" Umgebung des Lechtales oder zum blossen Wiederauffrischen der Erfahrungen. Andererseits wurden die Alpenneulinge sofort durch die Erfahrung, daß man im Gebirge selbst mit der ASK stundenlang im reinen Delphinstil "die Kämme reiten" kann, mit dem Hochgebirgsvirus infiziert.
C_w kam nun doch noch zu seinen verdienten Alpenflügen, darunter ein 300km-Dreieck über Scuol und Mayrhofen, bevor er vom Rest der Familie nach Jugoslavien zum Badeurlaub abgeholt wurde.

Mit dem Eintreffen der letzten beiden Flugzeuge aus Karlsruhe wurde zunächst das Wetter unbeständiger. Die wenigen fliegbaren Stunden des Restes der ersten Woche wurden ausgiebig zu Hangflugeinweisungen am Schloßberg, Tauern und Gaicht benutzt.
Immerhin lieferte dieser Lagerauftakt genug Gesprächsstoff um die folgenden Regentage mehr oder weniger motiviert zu überstehen.

Das bewährte Volleyballfeld war schnell aufgestellt, etwaige in der Nähe parkende Autos verschwanden schon bald nach Beginn der ersten Spiele wie von selbst.
Etwas problematischer aber dafür auch recht kurzweilig gestaltete sich der Bau eines Lechbrettes in diesem Jahr. Nachdem die Vor- und Nachteile der verschiedenen potentiellen Stellen am Lechufer durch ein Kommitee der erfahrensten Lechbrettfahrer ausdiskutiert waren, erinnerte man sich, daß in den vergangenen Jahren das Drahtseil ständig unter den Felsen am Ufer verheddert war.

Ein Verankerungspunkt einige Meter über dem Lech schien am besten geeignet, diesem Mißstand Abhilfe zu schaffen.
Ob es nun am unpassenden Werkzeug oder am Aufeinandertreffen dreier promovierter Maschinenbauer lag, daß zehn Akaflieger über eine Stunde zum Fällen eines halbverdorrten Bäumchens benötigten, sei dahingestellt. Auf jeden Fall hatten wir hinterher ein funktionsfähiges Lechbrett, welches von allen Segelfliegern am Platz eifrig genutzt wurde.

Wann immer trotz Flugbetrieb und reibungslos funktionierendem Bodendienst Pausen entstanden wurden diese von den Piloten zu kleineren Wanderungen oder zum Baden benutzt. Dies wahr wohl auch die Hauptbeschäftigung der Familien der AH. Egal ob am Urisee, im Reutter Schwimmbad oder auf einer Lechinsel, für das Jungvolk gab es in jedem Fall ausreichend Platz um sich auszutoben. Zeitweise bis zu einem dutzend Kinder sorgten wieder für die in letzter Zeit typische Note im Reutte-Lager der Akaflieg. Noch bis tief in die Nacht war man auf dem Campingplatz nicht sicher vor tief fliegenden Frisbee-Scheiben oder Volleybällen. Einzig das "Mißverhältnis" von manchmal drei Aktiven und sechs Kindern im Schwimmbad, die uns scheinbar mit Turngeräten verwechselt haben, forderte so manchen Akaflieger bis knapp an die Grenze.
In der zweiten Woche gab es wieder durchschnittliche Flugbedingungen, die aber immer bis in den späten Abend so blieben. Dies führte dazu, daß die zuletzt gelandeten Piloten sich wunderten warum es denn im Tal schon so dunkel sei und die Flugzeuge "blind" abgebaut werden mußten.
Wenn das Wetter es zuließ wurde im Freien gegrillt. Bis jeder der dreißig Akaflieger mitsamt Anhang satt und zufrieden war, zog sich so mancher Grillabend über viele Stunden hinweg.
Bei Regenwetter war der jeweilige Koch ebenfalls vollstens gefordert, den "harten Kern" zufrieden zu stellen. Die dabei aufkommenden Diskussionen über die Qualität des Essens, des Wetters oder was auch immer, wurden regelmäßig von Guru's Versuchen unterbrochen, seiner neu erworbenen Taschenorgel Musik zu entlocken.
Passend zum Lager im Gebirge zogen schon bald die meisten einen zünftigen "Jagertee" dem Bier vor. Die Liste der Akaflieg-Spitznamen wurde in einer solchen Runde um das ja eigentlich logische "Baguette" für das Eheweib von Buggy erweitert, traf auf die als Spitznamenkriterium nötige Ablehnung des Empfängers und wurde somit bestätigt und begossen.

In einem Fremdenverkehrsgebiet wie dem Ausserfern werden natürlich viele Gelegenheiten geboten, auch ausserhalb des Flugplatzes aktiven Urlaub zu machen. Bei Gäste-Luftgewehrschießen entpuppte sich Corpus als ein wahrer "Buffalo Kleinschmidt" und bester Schütze der Akaflieg. Hinterher gestand er allerdings ein, daß er vor langen Jahren (vor seiner Akafliegzeit) mal Sportschießen sein Hobby nannte.
Die örtliche Kegelbahn war an manchen Tagen von Segelfliegern geradezu überschwemmt; wer die Reutter Discos kontrollieren wollte, konnte feststellen, daß sich an der gähnenden Leere auch in diesem Jahr nichts geändert hat.

Der langjährige Akafliegerfreund "Old-Hilmar" aus Osnabrück nutzte in diesem Jahr seinen Reutte-Aufenthalt primär um die Einrichtungen des Krankenhauses näher kennenzulernen. Dieser Ausflug kostete ihn, außer vielen verpassten Flugtagen, vor allem eine (!) Mandel.

In der zweiten Lagerhälfte ging ein wenig von der Gemütlichkeit der Flugbetriebe in Reutte verloren. An guten Tagen waren bis zu vierzig Flugzeuge am Start; eine offensichtliche Überbelegung des Platzes, die auch unsere Gastgeber überraschte.
Um nicht mit zwei Stunden Verspätung in die Luft zu kommen, mußten die täglichen Vorbereitungen zum Start bereits vor dem Frühstück durchgeführt werden. Besonders ärgerlich war die Einstellung mancher Piloten, die nicht mit Vereinsgruppen in Reutte waren, zur Organisation des Flugbetriebes. Über etliche Flugtage wurde die komplette Bodenmannschaft von der Akaflieg gestellt, während der Großteil der Privatpiloten nur zu ihrem eigenen Start auf dem Platz zu sehen war.
Nachdem dies, insbesondere durch recht unfreundliche Äußerungen als die Akaflieger einfach am Frühstückstisch blieben anstatt die Winde aufzubauen, zu eskalieren drohte, wurde vom Ausserferner Verein eine Bodendiensteinteilung getroffen, die sich dann in der letzten Woche auch recht gut bewährte.

Zwischen zwei Wetterlagen mit guten Bedingungen zum Überlandflug am Anfang der zweiten und am Ende der dritten Woche lagen zwar viele fliegbare Tage, aber entweder mit sehr niedriger Basis oder deutlicher Gewitterbildung. An solchen Tagen kam es bei 30 aufgebauten Flugzeugen oft nur zu zehn Starts und die Akaflieger, die sich für eine Wanderung entschieden hatten, erreichten teilweise größere Höhen, als die anderen im Segelflug.

Mehrere angemeldete Streckenflüge konnten nicht plangemäß umrundet werden, glücklicherweise kam es zu keiner Außenlandung. Die Fotoflüge mit Hol's Flächenkamera an der ASK lieferten dagegen auch bei solchem Wetter mehrere sehenswerte Bilder.

Die letzten Lagertage nutzten etliche Akaflieg-Flugschüler um die Gebirgsfliegerei vom hinteren Sitz des Doppelsitzers kennenzulernen. Bernie und Elisabeth von den Akafliegs Darmstadt und München waren ebenfalls in dieser Zeit für ein paar Tage zu Gast in Reutte.
Der tödliche Unfall eines Babenhausener Segelfliegers im Windenstart drückte für diese letzte Woche die Stimmung des Fluglagers doch erheblich. Die Frage nach der Ursache dieses Absturzes war noch tagelang Anlaß zu Diskussionen.

Alles in allem brauchte sich in diesem Jahr trotz der Rekordbesetzung niemand über fehlende Flugmöglichkeiten zu beschweren. An 19 Tagen in drei Wochen waren unsere Flugzeuge in der Luft und sammelten dabei über 200 Flugstunden.

Für das nächste Jahr hoffe ich doch, daß aus den Reihen der vielen Akaflieger, die in diesem Jahr dabei waren, sich 1989 ein neuer Lagerleiter findet, denn fünfmal dieses Lager vorzubereiten, durchzuführen und abzurechnen ist meiner Meinung nach mehr als genug.

Bilux (Werner Bennert)

Klippeneck 1988

Nachdem unser AH Hund (Thomas Himmelsbach) schon seit frühester Jugendzeit von den Vorzügen des Segelfluggeländes Klippeneck bei Villingen-Schwenningen schwärmt, wurde er in diesem Jahr von Rübchen (Eva Zepf), die seine Vorliebe teilt, beim Wort genommen:
Er wurde genötigt dort, wenn nicht auf dem schönsten, so doch auf dem höchstgelegenen Segelfluggelände Deutschlands, das diesjährige Sommerlager zu veranstalten.

Nachdem aufgrund des Sonntagsfahrverbotes für LKW's die Winde bepackt mit dem Lepo (Seilrückholfahrzeug) auf der Ladefläche schon am Samstag auf die Reise geschickt wurde, fieberte ein jeder dem Fluglager entgegen.
Am Sonntagmorgen folgten dann die ASK-21 und eine ASW-15 gen Süden. Und abends war mit Backe, Nase der zweiten ASW-15 und einem wie noch nie auf Hochglanz poliertem Straßendaimler die Mannschaft komplett.

Am nächsten Morgen fand als erstes eine Flugplatzeinweisung für die Klippeneck-Neulinge und eine Exkursion zur (fast) einzigen Außenlandemöglichkeit im Tal vor der Hangkante statt. Hier stellte sich bei vielen ein leicht mulmiges Gefühl ein, denn aufgrund der nur sehr kurzen nutzbaren Rollstrecke, einem ansteigenden Gelände und dem permanent herrschenden Rückenwind konnte man wirklich nur noch von einer Notlandemöglichkeit sprechen.

Schon bald nach dem ersten Aufrüsten der Flugzeuge entwickelten sich die thermischen Verhältnisse sehr gut. Trotzdem wurde von unseren Flugschülern das Hangsegeln als ungewohnte Alternative zur Thermikkurbelei entdeckt und eifrig genutzt. Schon bald näherten sich einige Drachenflieger, die sich ebenfalls die besten Steigwerte sichern wollten den Segelflugzeugen am Hang. Für manchen unserer Piloten gab es nervenaufreibende Situationen, da man in Karlsruhe nicht an das Miteinander mit diesen langsamen, eng kurvenden Segeltuchgestellen gewöhnt ist.
Das Fluglager verlief also zu aller Zufriedenheit, nur Pechvogel Nase erlag am Dienstag einer Darmgrippe, so daß er nur noch zwischen Schlafsack und Toilette pendeln konnte. Schweren Herzens beschloß er am Donnerstag, den Rest des Fluglagers zu Hause im Bett zu verbringen.

Am Wochenende bekamen wir dann Besuch von Theo Vogt, einem Gründungsmitglied der Akaflieg in Begleitung seiner Ehefrau. Er wurde sogleich in einen Doppelsitzer verfrachtet und freute sich so sehr darüber, daß er alle Lagerteilnehmer zu einem Abendessen einlud. An diesem Abend wuchs die Stimmung natürlich noch um einiges, so daß viel aus vergangenen Zeiten erzählt und so manche merkwürdige Tatsache ans Tages(Lampen)-licht gefördert wurde.

In der zweiten Woche wurden uns leider von Petrus einige verregnete Tage beschert. Diese Tatsache alleine konnte aber noch nicht die Stimmung verderben. Als Alternativprogramme standen eine Besichtigung des Luftfahrtmuseums in Villingen-Schwenningen, die Kolbinger Höhle, das Kloster Beuren und das Rottweiler Solebad auf dem Programm.
Und last-not-least verbrachten unsere Fotofreaks einen ganzen Nachmittag mit einem Eichhörnchen, das trotz Kameraklicken, Winder- und Videogesurre am Ende die Nüsse aus der Hand fraß.

Und sobald die Sonne wieder aus den Wolken hervorschaute, ging es wieder aufwärts. So konnte Backe noch seine Ziel-landeprüfung absolvieren. Er traf auch mit Bravour das 2x20m messende Zielfeld, aber leider vergaß er nach dem Start das Fahrwerk einzuziehen, so daß er dieses im festen Glauben es auszufahren nun vor der Landung tat. Doch dank bestens sanft abgefangener Landung wurde nichts beschädigt, so daß sich alle ungetrübt auf die nun fällige Runde freuen konnten.

Als am Ende der zweiten Woche der Windsack an der Hangkante fast senkrecht nach oben stand, hielt die eingefleischten Modellflieger nichts mehr, so daß eine eindrucksvolle Modell-kunstflugshow geboten wurde. Und trotz gewaltiger Leewirbel im Landebereich gab es auch bei den Modellflugzeugen keinen Bruch.

Leider ließ uns ein entmutigender Wetterbericht für das letzte Wochenende schon am Freitag zusammenpacken. Allerdings bescherte uns die Rückseite dieser Schlechtwetterfront in Karlsruhe Basishöhen um 2000m über Grund, so daß sich alle über diese rechtzeitige Verlagerung freuen konnten.

Trotz einiger wetterbedingter Unpässlichkeiten sind alle Lagerteilnehmer der Meinung, daß dies mit Sicherheit nicht der letzte Besuch der Akaflieg Karlsruhe auf dem Klippeneck war.

Nase (Andreas Krohmann)

Flugstatistik 1988

Leistungsflug

Nach stetigem Rückgang der Überlandflüge in der Region Mittelbaden konnte in diesem Jahr endlich wieder eine kräftige Steigerung sowohl der Anzahl der Flüge als auch der geflogenen Streckenlängen verzeichnet werden. Allerdings ist ein so hohes Niveau wie zu Beginn der 80er Jahre noch längst nicht wieder erreicht:

Leistungsflüge in der Region Mittelbaden		
Jahr	Strecke (km)	Zahl der Flüge
1982	102319	459
1983	79490	344
1984	85000	339
1985	41584	181
1986	40232	150
1987	26913	90
1988	49291	173

Von den 49291 km der Region entfallen in diesem Jahr nur 4233 km auf Mitglieder der Akaflieg, da ein beträchtlicher Teil unserer Aktivitäten außerhalb der Region durchgeführt wurden.

Da so gut wie alle zentralen Wettbewerbe genau in die Prüfungssaison an der Universität oder die Zeit des Reutte-Lagers fielen, nahmen mit Bilux (Werner Bennert) und Abi (Albert Kiessling) nur zwei Akaflieger an einem solchen teil. Bilux errang in Königsdorf den 3. Platz während Abi sich im leistungsstarken Rennklasse-Feld des Hockenheim-Wettbewerbes den 2. Platz sichern konnte.

Alle anderen Überlandpiloten konnten sich nur im dezentralen Wettbewerb (DMSt) mit der Konkurrenz messen. Begünstigt durch das teilweise sehr gute Wetter konnten einige Aktive ihre ersten 300 km Dreiecke absolvieren, während unserem AH Abi sogar ein 700er gelang, welches allerdings wegen eines Dokumentationsfehlers leider nicht gewertet werden konnte.

Im Einzelnen wurden folgende Platzierungen in der dezentralen Deutschen Meisterschaft im Streckensegelflug erreicht (berücksichtigt sind nur die Plätze 1. bis 5.):

Regionalwertung Mittelbaden:		
Damenwertung	Eva Zepf	1.Platz
Vereinsdoppelsitzerwertung		3.Platz
Doppelsitzerwertung	Bennert/Hoffmann	3.Platz
15m-FAI Klasse	Albert Kiessling	3.Platz
Landeswertung Baden-Württemberg (DMSt BWLV):		
15m-FAI Klasse Junioren	Helmut Rohs	3.Platz
Vereinsdoppelsitzerwertung		4.Platz

Auch in diesem Jahr war unser Flugzeugpark wieder gut ausgelastet. Mit knapp über 1100 Stunden Flugzeit waren unsere Maschinen mehr als 100 Stunden länger in der Luft als im letzten Jahr.
Dies ist vor allem beachtlich, wenn man berücksichtigt, daß seit dem Frühjahr die AK-1 an einem Hallenschaden laboriert, im Sommer der Twin-Astir durch eine LTA gegrounded wurde und die Bölkow seit Ende August nicht mehr in der Luft war.

In dieser Tabelle sind die Startzahlen und -zeiten unserer Flugzeuge aufgeführt (In Klammern die Daten von 1987).

Flugzeug	Starts	Stunden	Zeit/Start
ASK-21 "FK" D-4491	822 (852)	280 (240)	0:20 (0:17)
Twin-Astir "FT" D-4857	260 (213)	109 (159)	0:25 (0:45)
ASW-15B "FL" D-2315	228 (287)	175 (146)	0:46 (0:31)
ASW-15B "FI" D-2113	424 (394)	197 (200)	0:28 (0:30)
ASW-20CL "FF" D-4859	124 (125)	190 (108)	1:32 (0:48)
AK-1 D-KEUL	2 (34)	3 (13)	1:30 (0:27)
Bölkow 207 D-ENVU	432 (420)	153 (138)	0:21 (0:20)
Gesamt	2292(2325)	1107(1004)	----

Die fliegerische Ausbildungsstatistik ist in diesem Jahr zu einer eindrucksvollen Liste geworden. Dies ist wohl auch mit darauf zurückzuführen, daß wir in der glücklichen Lage waren über drei studentische Fluglehrer zu verfügen. Dies wird im nächsten Jahr leider nicht mehr der Fall sein, da Paul Wieland und Andreas Siefert in die Altherrenschaft wechseln werden bzw. schon gewechselt haben und dann nicht mehr so häufig zur Verfügung stehen. Allerdings steht mit Helmut Rohs ein neuer Kandidat am Beginn seiner Fluglehrerausbildung.

1. Alleinflug:		Ralf Frey
		Peter Hoffmann
	"Nase"	Andreas Krohmann
	"Knipex"	Adrian Marpaung
PPL C (Segelflugschein):	"MP"	Franz Haas
	"Bliemchen"	Hanspeter Kummer
PPL B (Motorseglerschein):	"Fuji"	Heinz Knittel
	"Hol"	Wolfgang Lieff
		Jan Linnenbürger
	"Tempo"	Jürgen Rimmelspacher
PPL A (Motorflugschein):	"Hol"	Wolfgang Lieff
		Jan Linnenbürger
Sprechfungzeugnis BZF:		Ralf Frey
		Peter Hoffmann
		Heiko König
	"Nase"	Andreas Krohmann
	"Knipex"	Adrian Marpaung
Schleppberechtigung zu PPL A:	"Corpus"	Dieter Kleinschmidt
Segelfluglehrer:		Jan Linnenbürger
	"Kombi"	Andreas Siefert

Den Titel des eifrigsten Motorflugpiloten "Mister Stinkflieger" konnte "Hol" Wolfgang Lieff durch fast 40 Stunden Flugzeit mit großem Abstand für sich verbuchen.
Der "Goldene Knubbel" für den besten Rückholer der Saison wird erst zur Sylvesterfeier verliehen und kann deshalb noch nicht bekanntgegeben werden.

Im nächsten Jahr werden wir vorraussichtlich 14 Segelflugschüler haben; zwei Motorflugschüler haben ihre Ausbildung noch nicht abgeschlossen und zwei weitere Aktive möchten mit der Motorflugausbildung beginnen, so daß die Akaflieg ihren Charakter als Ausbildungsbetrieb nicht verlieren wird.

(Kombi) Andreas Siefert & Hol (Wolfgang Lieff)

D. 60 Jahre Akaflieg Karlsruhe

Als die Akaflieg im Jahre 1928 gegründet wurde steckte die Segelfliegerei noch in den Kinderschuhen. Am deutlichsten sieht man dieses wohl bei den Anforderungen der Flugprüfungen:
So war für die A-Prüfung ein Geradeausflug von mindestens 30 sec. Dauer gefordert, für die B-Prüfung einer von 60 sec. Flugzeit mit einer Links- und einer Rechtskurve. Der Hang südöstlich Pforzheim, an dem die Akaflieger damals flogen, reichte zwar für die Kurvenmanöver, nicht jedoch für die 60 sec. Flugzeit. Deshalb fuhr man im Sommer 1928 auf die Wasserkuppe/Rhön um dort die B-Prüfung abzulegen und am Rhönwettbewerb teilzunehmen. Hier gewannen die Akaflieger auch gleich einen Geldpreis und ein Gummiseil. Angeregt durch die auf der Wasserkuppe gesehenen Flugzeuge wurde im Winter 1928/29 der erste Eigenbau, ein modifizierter "Zögling" fertiggestellt.
Die Erprobung endete leider bereits nach drei Starts mit einem Totalschaden. Weiter wurde mit der HL28 die erste Eigenkonstruktion im Rahmen einer Diplomarbeit entworfen. Schon beim Bau stellte man Konstruktionsmängel fest, die aber soweit möglich bereits in der Bauphase behoben wurden. Beim 10. Rhönwettbewerb wurde noch Tag und Nacht am neuen Flugzeug gearbeitet, um es wenigstens am letzten Wettbewerbstag startbereit zu haben. Der Erstflug fand dann aber doch erst am Tag nach dem Wettbewerb statt, wobei es aber wegen zu starker Schwanzlastigkeit gleich nach dem Start abstürzte. Trotzdem bekam die Akaflieg dafür einen Geldpreis für sauberes Bauen. In den folgenden Jahren wurden die Flugzeuge dann gekauft oder nach erworbenen Plänen gebaut. Die Teilnahme an den Rhönwettbewerben verlief auch weiterhin erfolgreich, jedes Jahr konnten Geld- oder Sachpreise errungen werden.

Die Akaflieg widmete sich auch dem Motorflug, nachdem vom Reichsverkehrsministerium Anfang 1929 die Anfrage kam ob sie ein Motorflugzeug haben möchte. Zusätzlich sollten 6000,- RM für den Flugbetrieb bereitgestellt werden. Zunächst konnte sich die Gruppe nicht erklären, wie sie zu einer solchen Zuwendung kam, nahm dann aber dankend das Angebot an. So wurde man im Mai 1929 stolzer Besitzer einer Klemm L25a und erhielt im April 1931 ein weiteres Flugzeug der gleichen Firma. Die Flugzeuge waren damals noch äußerst reparaturanfällig, so daß der Flugbetrieb des öfteren wegen Motorschaden oder kleineren Brüchen ruhte.

Als 1932 der Motorflugbetrieb einmal wieder zum Erliegen kam, lieh man sich kurzerhand eine Albatros L68a, die aber noch gründlich überholt werden mußte. Die Flugeigenschaften waren ausgesprochen schlecht. Angeblich wurden nur dreizehn Exemplare dieses Typs gebaut, von denen zwölf zum damaligen Zeitpunkt bereits abgestürzt waren !

Im Sommer 1932 wurden die Einzelteile eines Doppeldeckers angekauft, der dann völlig neu aufgebaut wurde. Als die Gruppe im März 1933 eine Klemm L26cII erhielt, war mit vier Motorflugzeugen und drei Seglern der Höhepunkt der Vorkriegs-akaflieg erreicht.
Die politischen Veränderungen die sich durch die Machtergreifung Hitlers noch beschleunigten, führten dann zu immer mehr Druck auf die Akaflieg und im Mai 1933 schließlich zur Auflösung.

Im Jahr 1949 begannen Diskussionen um eine Wiederbelebung des Akaflieg-Gedankens. Im "Untergrund" begann man mit den ersten Vorarbeiten und als dann 1951 der Segelflug von den Besatzungsmächten wieder freigegeben wurde konnte die "Akademische Fliegergruppe an der Universität Karlsruhe e.V." sofort offiziell wiedergegründet werden.
Da die Akaflieg damals über kein Mitglied verfügte, welches den vorschriftsmäßigen Bau eines Flugzeugs hätte gewährleisten können, wurde mit dem Bau eines Transportwagens und einer Schleppwinde begonnen. 1952 war es dann soweit, die Akaflieg erhielt ihr erstes Segelflugzeug.
1955 schließlich, nach der Wiedererlangung der Lufthohheit wurde das erste Motorflugzeug angeschafft, eine Bücker 181. Diese wurde 1959 durch eine Klemm 107 und diese wiederum 1965 durch eine Bölkow 207 ersetzt, welche bis heute bei uns fliegt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten der Nachkriegsakaflieg begannen 1951 mit Grundlagenuntersuchungen zum Betriebsverhalten und Verschleiß von Drahtseilen im Segelflugwindenstartbetrieb, wobei das damals noch sehr breite Spektrum an verwendeten Seilen systematisch auf seine Tauglichkeit untersucht wurde.
In umfangreichen Untersuchungen wurde die Seilführung der Schleppwinde optimiert. Parallel dazu wurden Windenstarts von Segelflugzeugen mit Schwerpunktfesselung untersucht. Dazu wurde ein theoretisches Modell des Windenstarts erarbeitet und in umfangreichen Flugversuchen überprüft.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen fanden ihre praktische Anwendung in einem Forschungsauftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg zum Bau und der Eprobung einer optimal ausgelegten Segelflugzeugschleppwinde (AFK-2).

Mit Entwürfen für Motorsegler hatte sich die Akaflieg bereits seit 1955 beschäftigt, wegen der laufenden Forschungsaufträge zum Windenstart war an eine Realisierung jedoch nicht zu denken. Als die Forschungsaufträge abgeschlossen waren, wurde 1965 mit dem Bau der AK-1 begonnen. Dabei wurde das Konzept des für den Kraftflug ausklappbaren Motors verwirklicht, wie es heute allgemein üblich ist. Die AK-1 wurde in Metallbauweise ausgeführt, wobei insbesondere die damals neuartige Metallklebetechnik zur Anwendung kam.

Abbildung 1.: Die AK-1 im Flug

Der Rumpf besteht aus einem Rumpfboot aus Stahlrohrfachwerk mit einer Verkleidung aus Kunststoff an das sich eine konische Duralröhre als Leitwerksträger anschließt. Die Flügel bestehen aus einer Aluminiumhaut, welche auf formgebenden Schaumstoffrippen verklebt ist. Lediglich Holme und Krafteinleitungsrippen sind auch aus Metall.
Im Januar 1971 konnte dann der Erstflug stattfinden. Bei Idaflieg-Vergleichsmessungen zeigte es sich dann, daß die angestrebten Ziele erreicht worden waren. Insbesondere die Gleitflugleistungen, auf die ein besonderes Augenmerk gelegt worden war, erfüllten die Erwartungen.

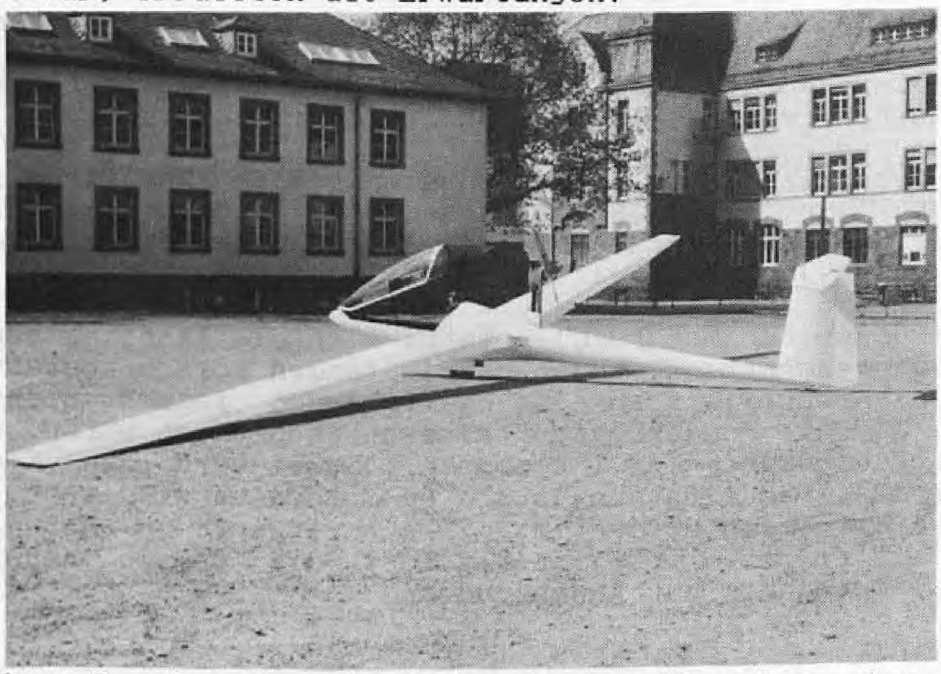


Abbildung 2.: Mockup (1:1 Attrappe) des AK-2 Konzeptes

Nach langer kontroverser Diskussion wurde im Herbst 1973 als Nachfolgeprojekt zur AK-1 die AK-2 in Angriff genommen. Unter dieser Bezeichnung wurde auf der Basis der Glasflügel 604 ebenfalls ein neues Antriebskonzept für Motorsegler entwickelt. Der Kern des Ganzen war ein fest im Rumpf eingebauter Motor mit einer Luftschraube, die für den Kraftflug an einem Ausleger ausgeklappt wurde.
Im Rahmen mehrerer Studienarbeiten wurde ein Propellerausleger entwickelt sowie je ein Antrieb mittels Zahnriemen und einer durch Winkelgetriebe erprobt. Weiter wurden umfangreiche Versuche mit Krafteinleitungselementen für die Materialverbindung Metall-Kunststoff durchgeführt. Für das Fahrwerk wurden Federelemente aus GfK hergestellt.
Die Arbeiten an der AK-2 wurden Ende 1984 mit der Erprobung der Antriebseinheit eingestellt; sowohl Gewicht als auch Volumen der Antriebseinheit hatten derart zugenommen, daß der Einbau in den ohnehin schon recht schweren GF 604-Rumpf nicht mehr ratsam erschien.

Parallel zur AK-2 lief bereits das Projekt AK-3, als dessen Ergebnis drei verschiedene Versionen eines elektronischen Variometers gebaut wurden. Die höchstentwickelte Version, die dann ab 1978 in einer Kleinserie gebaut wurde, hatte bereits eine selbstentwickelte LCD-Balkenanzeige mit drei umschaltbaren Skalen, die Möglichkeit einer Sollfahrtanzeige unter Berücksichtigung des Wasserbalastes sowie einen analogelektronischen Endanflugrechner.

Anfang der 80er Jahre wurde für Klimamessungen, die das Meteorologische Institut durchführte und an dem wir mit unserer Bölkow teilnahmen, eine mikroprozessorgesteuerte Meßdatenerfassungsanlage entwickelt. Damit ist es möglich, 16 Kanäle mit einer maximalen Frequenz von 32 Hz abzutasten und auf eine Digitalkassette zu speichern.

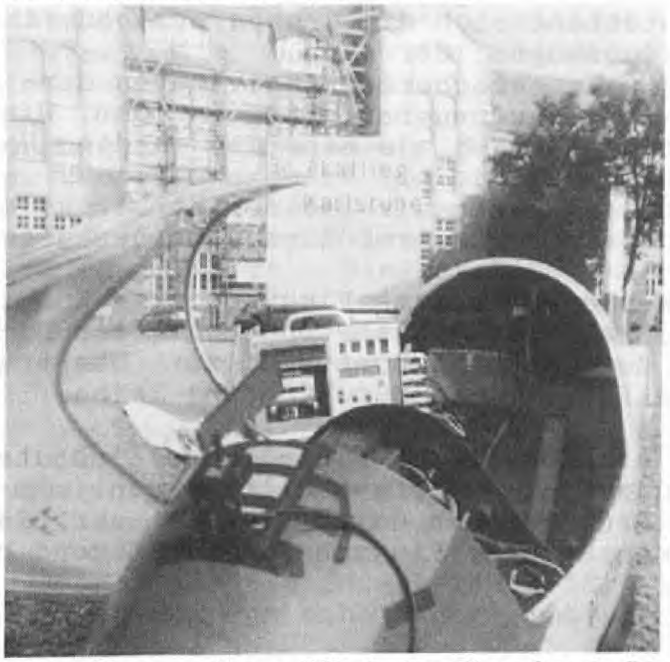


Abbildung 3.: Die Messanlage AK-4 im Standard-Cirrus

Mit dieser, AK-4 genannten Anlage, nahmen wir an mehreren Experimenten wie z.B. dem Stadtklex (Karlsruher Stadtklima-experiment) oder dem landesweiten TULLA-Experiment (Transport und Umwandlung von Luftschadstoffen aus dem Lande Baden-Württemberg und Anrainerstaaten) teil. Schon bei der Entwicklung wurde natürlich darauf geachtet, daß das Gerät auch in ein Segelflugzeug einzubauen ist. Dadurch konnten umfangreiche Messungen, insbesondere zur Flugphysik, durchgeführt werden.

Abbildung 4.: Unser Motorflugzeug wird für TULLA vorbereitet

Mitte 1984 entschloß sich die Gruppe zum Bau eines Standardklasse-Segelflugzeuges, der AK-5.
Aufgrund der weit gefächerten Aktivitäten der Akaflieg war der eigentliche Flugzeugbau etwas in den Hintergrund getreten, so daß die AK-5 als Einstieg in die Vollkunststoffbauweise dienen sollte.
Als erste Akaflieg haben wir bei der Konstruktion vollständig auf CAD, also computerunterstütztes Arbeiten gesetzt.

Weil die AK-5 unser erstes Flugzeug in Kunststoffschalenbauweise ist, hat das Luftfahrtbundesamt als Nachweis für die Richtigkeit der Berechnungen und zur Überprüfung unserer Fertigungsqualität die Durchführung eines Bruchversuchs gefordert.
Dazu mußte ein kompletter Flügel ohne Einbauten sowie ein Krafteinleitungsflügel hergestellt werden. Im Herbst 1986 wurde dieser Bruchversuch durchgeführt, der Gewissenhaftigkeit und Können unserer Flugzeugbauer glänzend bestätigte.

Abbildung 5.: Glasfasermatten werden in die AK-5 Rumpfschale eingelegt.

1986 begann die Entwicklung eines neuen elektronischen Variometers (AK-6). Neben einer Verfeinerung der Meßtechnik und der Berechnungsmethoden, die aufgrund der mit der AK-4 durchgeführten Messungen möglich geworden sind, wurde besonderes Augenmerk auf die Bedienung des Gerätes gelegt. Diesem Aspekt kommt bei dem Spektrum der Piloten das bei uns vom Anfänger bis zum erfahrenen Leistungsflugpiloten reicht, besondere Bedeutung zu.
Während viele kommerzielle Geräte der gehobenen Klasse mit vielen Knöpfen und Schaltern glänzen, sind es bei der AK-6 nur wenige Taster, die um eine großflächige Graphik-LCD angeordnet sind und deren aktuelle Belegung auf der LCD angezeigt wird.
Durch Ausschöpfung der graphischen Möglichkeiten, die ein solches Display bietet, wurde es möglich, für jeden Betriebsmodus ein eigenes "Bild" zu entwerfen. Hier werden dann nur die Daten, welche für diesen Modus relevant sind, teils in graphischer Form dargestellt. Eingestellte Parameter werden alphanumerisch angezeigt. Ein solcher Aufwand, insbesondere im Hinblick auf die Meßtechnik und Meßdatenverarbeitung, ist natürlich nur mit Mikrorechnertechnik möglich. In der AK-6 findet deshalb ein 16 bit-Mikroprozessor des Typs MC 68000 Verwendung.

Nachdem sich unsere Winde, die inzwischen über 20 Jahre und 40000 Starts auf dem Buckel hatte, mit den heutigen Flugzeugen, insbesondere den Kunststoffdoppelsitzern, immer schwerer tat, fiel 1985 die Entscheidung für einen Windenneubau. Winden haben bei uns eine eigene Indizierung, weshalb die "Neue Winde" AFK-3 heißt.

In den Jahren zuvor waren schon mehrere Studienarbeiten durchgeführt worden, die sich mit der Gewinnung der nötigen Bemessungsgrundlagen, sowie einem theoretischen Modell beschäftigten.
Dabei wurde nachgewiesen, daß entgegen dem allgemeinen Trend zu Leistungen über 300 PS, bei geschickter Auslegung eine geringere Leistung völlig ausreichend ist. Realisiert wurde die Winde dann mit einem 250 PS-Motor. Während bei einer normalen Winde der Schleppmotor zusammen mit den anderen Aggregaten und dem Führerstand auf ein schwach motorisiertes Fahrgestell aufgesetzt ist, wurde bei der AFK-3 ein serienmäßiges DB-LKW-Fahrgestell verwendet.

Abbildung 6.: Die Schleppwinde AFK-3 kurz vor der Fertigstellung

Der serienmäßige 250 PS-Motor des Fahrgestells wird mittels eines schaltbaren Verteilergetriebes sowohl zum Fahren als auch zum Schleppen verwendet. Die Seilkanäle laufen im Boden des Fahrerhauses nach vorne, wodurch es möglich wurde, den Windenführerstand auf der Beifahrerseite des Fahrerhauses unterzubringen. Außerdem wurde auf mechanische Hebel und Handbremsen verzichtet und statt dessen eine elektropneumatische Betätigung aller Funktionen verwirklicht, so daß dem Windenfahrer der Komfort eines modernen LKW-Führerhauses geboten wird.
Im Frühjahr 1987 konnte bereits, nachdem sie von der Luftfahrtausstellung "AERO '87" in Friedrichshafen zurück war, mit den ersten Schleppversuchen begonnen werden.
Bei der AFK-2 lief ein Doppelsitzerschlepp so ab: nach dem Straffen des Seils sofort Vollgas, ab $^{2}/_{3}$ Schlepphöhe dann langsam vom Gas gehen. Beim Einsitzer: nach dem Straffen des Seils sofort Vollgas, nach dem Übergang in die Steigflugphase leicht (!) vom Gas gehen und weiter dann analog zum Doppelsitzer.

Bei der neuen Winde muß man das aufgrund der höheren Leistung und vor allem durch die Drehmomentüberhöhung der Wandlerschaltkupplung beim Anschleppen differenzierter sehen. Da 30 Leute gleichzeitig auf die neue Winde umgeschult werden mußten, ohne daß jemand da war, der überhaupt Erfahrung mit ihr hatte, führte dies natürlich zu Umstellungsproblemen.

In dieser Phase entstand eine lebhafte Diskussion darüber, was ein optimaler Windenstart ist und an welchen Kriterien das zu messen ist. Die Diskussion führte dazu, ein theoretisches Modell des Windenstarts zu entwickeln und durch Messungen zu verifizieren, auf dessen Basis der Windenstart beurteilt werden kann.
Es wird untersucht, inwieweit eine Teil- oder sogar Vollautomatisierung des Schleppvorgangs möglich ist. Hierzu soll geprüft werden, inwieweit bei einem "normalen" Windenstart die Schlepphöhe erreicht wird, die bei optimaler Steuerung (von Windenfahrer und Pilot) erreichbar wäre und ob es eine einprägsame Regel für einen "idealen" Windenschlepp gibt.

Soweit dieser kurze Abriß unserer Aktivitäten in den 60 Jahren seit der Gründung unserer Gruppe. Nahezu unberücksichtigt blieb dabei der sportliche Aspekt der Akaflieg: die Fliegerei. Wie die jährliche Bilanz der Wettbewerbe zeigt, braucht sich die Akaflieg auch hier nicht zu verstecken.

Ohne die großzügige Unterstützung der Universität wäre unsere Arbeit nicht möglich gewesen und auch in Zukunft nicht möglich. Wir möchten diese Gelegenheit nutzen, um uns für diese Unterstützung zu bedanken.
Ferner möchten wir uns bei den Instituten bedanken, die uns mit Rat und Tat unterstützt haben. Ebenfalls bedanken möchten wir uns dafür, daß das Rechenzentrum der Universität seine Möglichkeiten auch uns zur Verfügung stellt. Unser Dank gilt auch den Firmen, Institutionen und Einzelpersonen, die uns mit Finanz- und Sachmitteln unterstützt haben.

Franz Haas (mp)

E. Den Freunden und Förderern unserer Gruppe

Auch in diesem Jahr hat unsere Gruppe ihre Arbeit nur durch die Unterstützung aus der Industrie, von unserer Universität sowie großzügiger Privatpersonen durchführen können.

Ihnen allen möchten wir hiermit recht herzlich danken, denn nur mit Ihrer Hilfe können wir die Kluft zwischen Wollen und Können überwinden, die sich vor jedem auftut der seine Ziele hoch steckt. Insbesondere da sich das Ergebnis unserer Arbeit nicht in Heller und Pfennig ausdrücken läßt, mag es für manchen unsinnig erscheinen uns Sach- oder Geldspenden zu überlassen.

Daher möchten wir ganz besonders der **Universität Fridericiana** danken, die uns als Grundlage der gesamten Arbeiten die notwendigen Räumlichkeiten zur Verfügung stellt und uns auch sonst in vielfältiger Weise hilft.
Finanzielle Hilfe bei speziellen Forschungsprojekten erhielten wir in diesem Jahr besonders von der **KSB-Stiftung** und der **Firma Freudenberg** und der **Karlsruher Hochschulvereinigung**.

Ganz besonders wertvoll sind für uns jedoch auch die vielen kleineren Sach- und Geldspenden, die "den Betrieb am Laufen halten". Durch eine Auflistung in alphabetischer Reihenfolge möchten wir daher unseren Förderern danken, von denen manche uns schon seit vielen Jahren regelmäßig unterstützen:

Fa. Joseph Albrecht Bohrfutterfabrik , Esslingen

Fa. BAKELITE , Duisburg

Fa. Becker Flugfunkwerke , Rastatt

Fa. Vereinigte Beckersche Werkzeugfabriken , Remscheid

Fa. Braun Melsungen AG , Melsungen

Fa. Desoutter , Maintal

Professor Diem , Karlsruhe

Fa. Feldmühle AG , Wesseling

Fa. FLOTT GmbH & Co KG , Remscheid

Fa. GUHEMA , Remscheid

Fa. Gühring , Albstadt

Fa. Federnwerke J.P. Grueber , Hagen

Fa. Hasberg Schneider GmbH , Bernau

Fa. Holmberg & Co. , Karlsruhe

Fa. Klingspor , Haiger

Fa. Kirchner GmbH , Aichwald

Professor Kraft , Heidelberg

Fa. LESONAL GmbH , Stuttgart

Professor Lipp , Karlsruhe

Fa. Georg Oest Mineralölwerke , Freudenstadt

Fa. H. Pfisterer Werkzeugfabrik , Bietigheim-Bissingen

Fa. Prototyp Werke , Zell/Harmersbach

Ing. Otto Rimmelspacher , Karlsruhe

Fa. Röhm GmbH , Sontheim/Brenz

Fa. August Rüggeberg / Pferd-Werkzeuge , Marienheide

Fa. Sampoh Messgeräte Vertriebs GmbH , Neuss

Fa. Schoemperlen & Gast , Karlsruhe

Fa. Schroff GmbH , Straubenhardt

Fa. Schwarzwälder Textilwerke , Schenkenzell

Fa. Sensortec GmbH , Puchheim-Bahnhof

Fa. Süko - Sim , Schrozberg

Fa. TOP Präzisionswerkzeuge GmbH , Frankfurt

Fa. Valvoline Oel GmbH & Co , Ingolstadt

Fa. VARTA AG , Hannover

Fa. Wanfrieder Schmirgelwerk Gotlob Gries KG , Wanfried

Verlag "Wer liefert was ?" , Hamburg

Fa. Winter Bordgeräte , Jungingen

Fa. Adolf Würth GmbH , Künzelsau

Wunschliste

Obwohl wir von großzügigen Firmen mehrere Artikel unserer letztjährigen Wunschliste bekommen haben, fehlt es noch immer an vielen Ecken und Enden unserer Werkstattausrüstung. Auch bei den Verbrauchsmaterialien gibt es einige schwerwiegende Fehlposten.
Daher möchten wir hier kurz aufzählen, welche Dinge besonders benötigt werden:

Für den Flugzeugbau:

- kleiner Elektrowinkelschleifer, regelbar
- Elektroknabber
- Handfeilen
- viele kleine Schraubzwingen bis 20cm Spannweite
- Drehmomentschraubenschlüssel
- WIG - Schutzgasschweißgerät
- Akku-Schrauber
- Dosiergerät für Kunstharze
- Borsten- und Haarpinsel verschiedener Durchmesser
- Klebe-, Krepp- und Isolierbänder aller Art
- Doppelklebeband (Verlegeband)
- Schrauben und Muttern nach DIN und Luftfahrtnorm
- (Einmal-)Schutzhandschuhe und Arbeitskleidung
- Polyesterspachtelmasse
- Heizgebläse

Für die Elektronikwerkstatt:

- Prüfspitzen und Tastköpfe (BNC)
- Schrumpfschlauch und Kabel
- Stecker, Buchsen, Kabelbinder
- Datenbücher und Fachliteratur

Für den Flug-, Mess- und Ausbildungsbetrieb:

- Meßsonden für Beschleunigung, Vibration, Druck, etc.
- Aufnehmer für Weg und Drehung
- Videorecorder
- Fernsehgerät
- Videokamera
- fernauslösbarer Fotoapparat mit Aufzug
- Overheadprojektor
- Kleintransporter

Wir würden uns sehr freuen, wenn einige Leser dieses Berichtes uns durch Überlassung des einen oder anderen Artikels dieser Liste unterstützen könnten.

Jan Linnenbürger