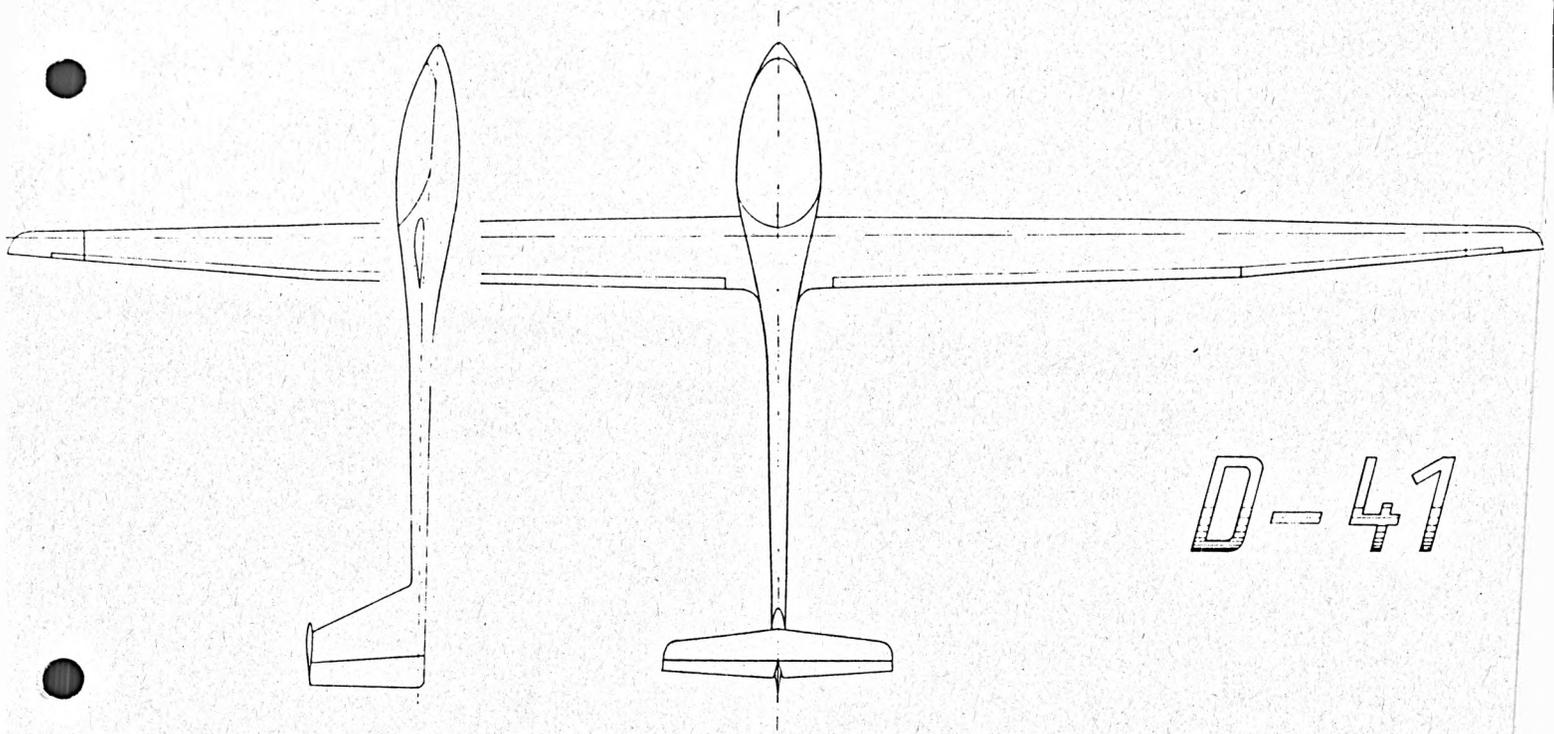


# Akademische Fliegergruppe Darmstadt e.V.



**Jahresbericht 1991/92**

**der**

**Akademischen Fliegergruppe  
Darmstadt e.V.**

**an der  
Technischen Hochschule Darmstadt**

**Mitglied in der  
Interessengemeinschaft Deutscher Akademischer Fliegergruppen (IDAF LieG)**

**Herausgeber:**

**AKAFLIEG DARMSTADT  
TH Darmstadt  
Magdalenenstraße 8  
6100 Darmstadt**

**Telefon: 06151- 24720  
od. 06151- 164090**

**Kontonummer:  
BfG Darmstadt 10 896126 00  
Postscheckkonto Ffm 87 600- 608**

# Inhaltsverzeichnis

## Aktuelles Projekt:

- D-41 Flügel- und Rumpfbaustelle Seite 0
- Bauweise und Festigkeit der D-41 Seite 1

## Studienarbeiten:

- Der Motor aus der BMW K1 - Motorseglermotor von morgen? Seite 1
- Ein akademisches Solarflugzeug? Seite 1
- Solarzellenleistung im thermischen Segelflug Seite 1
- Auslegung eines Motorsegelflugzeuges unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Lärmgesichtspunkten Seite 2

## Idaflieg:

- Idaflieg-Sommertreffen 1992 Seite 1
- Durchführung einer Flatteruntersuchung am Segelflugzeug D-40 Seite 1

## fliegerische Aktivitäten:

- Idaflieg Schulungslager Herbst 92 Seite 1
- Learning to fly Seite 1
- Die Fliegerlager der Akaflieg Darmstadt Seite 1
- Wind Nord-Ost, Startbahn 03? Seite 2
- Bezirksmeisterschaften in Walldürn Seite 2

## Zweierlei:

- Aus zwei mach eins (oder zwei) ? Seite 1
- Das Kfz Drama Seite 1

## Freunde und Mitglieder:

- Nachruf Seite 2
- Aktivenliste Seite 2

- Sponsoren Seite 3

## D-41 Flügel- und Rumpfbaustelle

Schon 1990 wurden die beiden Rumpfschalen von der Positivform abgenommen. Das Laminat wurde in einer Art Minisandwich, Kohle-Kevlar-Kohle, aufgebaut. Untersuchungen der Akaflieg Stuttgart zeigten, daß sich hiermit ein Optimum an Festigkeit, Gewicht und Sicherheit (geringe Splitterneigung der Kohle), erreichen läßt.

Anfang 1991 fand das ASW 22 Fahrwerk seinen zentralen Platz. Es erhielt die Nachbarschaft diverser Spanten und der beiden Tangentialrohre aus GfK.

Durch das angeschaffte ASH 25 Leitwerk und den eingepaßten Haubenrahmen wurden die Dimensionen des Rumpfes greifbar.

Hochmotiviert wurde mit dem Einbau des Steuerpans das Startzeichen zum Steuerungsbau gegeben. Viele Iterationsschritte waren nötig um Passprobleme zu überwinden, noch steifer und noch leichter zu bauen.

Als große Sonderaktion wurde im Sommer 91, kurz vor den Sommerferien der Firma Schneider, ein bewährtes Team für 5 Tage nach Egelsbach entsandt. Zusätzlich erbrachten Mitarbeiter der Firma Schneider ca. 50 Arbeitsstunden damit zwei weiß glänzende LS6 Flügel die Akaflieg erreichten.

Nachdem mit dem LBA das Schäftverhältniss ausdiskutiert war, konnten die Formen für den inneren Teil des Flügels verlängert werden. LS6 Flügel und eigene Form wurden dann Ende des Jahres 91 zu einer 18m Helling zusammengefügt. So wurden auch die Flügeldimensionen anschaulich. Vor allen Dingen im Flügelbau kam es zu einem regelrechten Bauboom, der seinen Ausdruck in dem überspannten Ziel: "Bis zum Frühjahrslager sind die Flügel zu" seinen Ausdruck fand. Im Gegensatz zum Steuerungsbau wo viel unsichtbare

Arbeit (anpassen, ändern, ausprobieren,.....) zu erledigen war, wuchs der Innenflügel Etage um Etage.

Große Aktionen wie z.B. das erste Rovingziehen, bei der vor allen Dingen die Firma Scheuffler unterstützt wurde, waren nur kurzzeitige Dämpfer.

Der große Rückschlag kam mit dem Tod von Harald und Michel. Vieles stürzte auf die Gruppe und jeden einzelnen herein. Der Elan war weg und vor allen Dingen, zwei wichtige Köpfe der Gruppe fehlten an jeder Ecke. Auch viele kleine Verzögerungen und Mehrarbeiten führten dazu, daß sich die Formel: Entgültige Bauzeit = 3.14 x Bauzeit, durchsetzte.

Im verlängerten Teil des Flügels und im Rumpf wurden Schubstangen aus Kohle eingesetzt. Das Austüfteln der Krafteinleitungen, der Herstellungsprozess selbst und der Festigkeitsnachweis für das LBA, trieben den Aufwand nach oben. Eine zweite Generation entstand in Form von gekrümmten Kohlenrohren, die unter der Sitzwanne Verwendung fanden.

Shilo tüftelte in tage- und wochenlanger Kleinarbeit die Positionen, Hebelverhältnisse und Bauausführungen im Originalrumpf aus. Mit Ende der Flugsaison entwickelte sich eine gewisse Eigendynamik des Bauens. Mit dem neuen Semester kam eine größere Anzahl frischer Anwärter zur Gruppe, die diesen Bauschub unterstützte.

Am 4.12.1992 konnte der erste Flügel verklebt werden.

Auch für die zahlreichen Besucher der Werkstatt ist die nun endlich ein sichtbarer Fortschritt in Richtung Erstflug.

Gerhard Tauscher

## Bauweise und Festigkeit der D-41

Anfang der sechziger Jahre eröffneten die in den Akafliegs erstmals verwendeten Faserverbundwerkstoffe dem Leichtflugzeugbau völlig neue Perspektiven. Der neue Werkstoff, damals handelte es sich ausschließlich um Glasfaser, wies eine sehr hohe Festigkeit bei geringem spezifischen Gewicht auf. Auch ermöglichte er völlig neue Verarbeitungsmethoden, die eine wesentlich bessere Oberflächengüte und Profilgenauigkeit zur Folge hatten. Von dieser Zeit an konnten die faserverstärkten Kunststoffe kontinuierlich weiterentwickelt und die Verbesserungen genutzt werden. So gesellten sich zur Glasfaser die Kohle- und Aramidfasern (Kevlar) hinzu. Vor allem die Kohlefaser ermöglichte eine Realisierung neuer Erkenntnisse der Aerodynamik in Form von Flugzeugen mit dünneren Flügelprofilen und größeren Spannweiten. Ihre Dichte beträgt, verglichen mit der Glasfaser nur  $1.8 \text{ g/cm}^3$  im Gegensatz zu  $2.5 \text{ g/cm}^3$  (Aramidfaser  $1.1 \text{ g/cm}^3$ , Stahl  $7.8 \text{ g/cm}^3$ ). Dabei ist die Kohlefaser etwa dreimal so steif (Bruchdehnung unter 1%) und doppelt so fest wie die Glasfaser. Bei Aussagen über die Werkstoffkennwerte von Faserverbundwerkstoffen ist zu beachten, dass die Fasern in Form von Gewebematten verarbeitet werden. Es handelt sich also nicht um einen isotropen Werkstoff; die Kennwerte hängen von der jeweiligen Orientierung der Faser im Gewebe ab. Diese werkstoffspezifische Eigenschaft fordert natürlich eine genaue Kenntnis der Belastungen im Bauteil um den Gewichtsvorteil nutzen zu können. Der Flügel beispielsweise unterliegt einer Biege-, Querkraft- und Torsionsbelastung. Im Falle des D-41 Flügels wird der Torsionsbelastung durch unidirektionales Kohlegewebe in der Schale Rechnung getragen. Dabei liegen die Fasern der verschiedenen Gewebematten unter  $45^\circ$  zur Flügelachse, entsprechend der Richtung der Hauptspannung. Der Holm ist als Biegeträger aufzufassen. Er besteht aus den Kohlefasergeräten zur Aufnahme der Zug- und Druckspannungen und aus dem Holmsteg zur Aufnahme der Querkräfte.

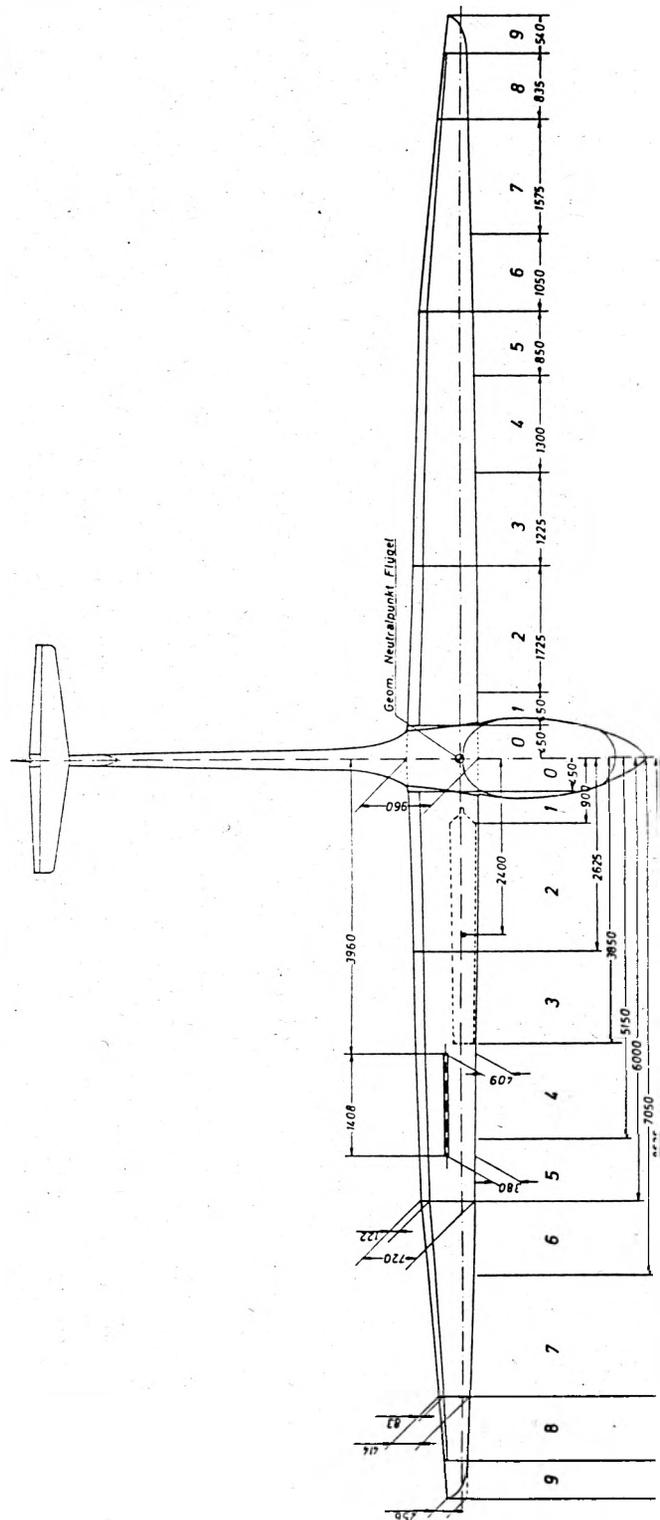
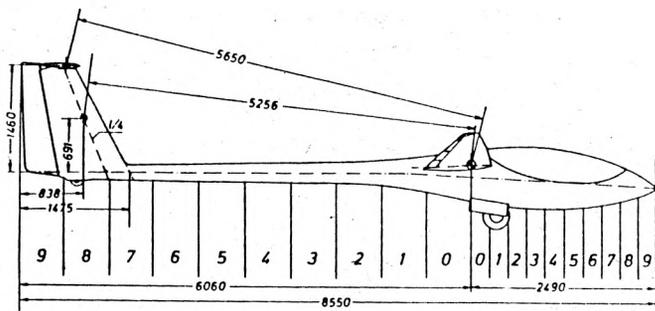
Die Bauweise der D-41 orientierte sich an

den neuesten Erkenntnissen. Der Aufbau der Rumpfschale resultiert hier nicht nur aus Forderungen an die Festigkeit, sondern berücksichtigt auch das Vermögen der Arbeitsaufnahme der Struktur im Crashfall. Versuche haben ergeben, daß ein "Minisandwich" aus Kohle- und Aramidfasern den derzeit optimalen Kompromi aus Sicherheit, Festigkeit und Gewicht darstellen. Die beim Bruch stark splitternde Kohle stellt eine große Gefahr für den Piloten dar. Im sogenannten "Minisandwich" wird die Kohlefaser an das Aramidgewebe gebunden und das Splintern stark unterdrückt.

Die Auslegung der D-41 orientierte sich an der Zulassungsvorschrift für Segelflugzeuge (JAR-22). Ein Festigkeitsnachweis muß gegenüber dem Luftfahrt-Bundesamt geführt werden. Die JAR beinhaltet u.a. einen Katalog von Lastfällen. Diese decken praktisch alle erdenklichen Flugzustände ab, bis hin zu typischen Crashesituationen. Das Rumpfvorderteil, der Leitwerksträger und der Flügel der D-41 wurden in jeweils 10 verschiedene Felder unterteilt (siehe Abbildung). Für jeden Lastfall aus der JAR werden die Belastungen in den einzelnen Feldern ermittelt. Bei der anschließenden Durchsicht der somit berechneten Lastfälle werden solche mit maximalen Belastungen aussondert. Diese gelten dann als dimensionierend für die jeweiligen Bauteile. Verfahren wie Finite Elemente wurden bislang nicht genutzt, da das Luftfahrt-Bundesamt den bewährten konventionellen Rechenverfahren mehr Vertrauen entgegenbringt. Ansätze zum ganz extremen Leichtbau verlangen in naher Zukunft eine enge Zusammenarbeit zwischen den Akafliegs und der Behörde. Vorstellbar ist, daß auch in diesem Bereich durch die Arbeiten in den Akafliegs Mastäbe gesetzt werden. Viele der heute in verschiedensten Bereichen anerkannten Dimensionierungskennwerte für Faserverbundwerkstoffe resultieren aus den Untersuchungen und Bruchversuchen in den Akafliegs. Solch aufwendige Untersuchungen sind es auch, die Unterstützung aus der Industrie bedürfen. Mit Finite Elemente Methoden wären zum Beispiel interessante Berechnungen im Bereich der

Krafteinleitungen vom Flügel in den Rumpf möglich. In geometrisch einfacheren Bauteilen wie Flügel oder Rumpf können auch mit der konventionellen Rechnung gute Ausnutzungen erzielt werden. Der Holm der D-41 zum Beispiel hat eine Sicherheit, die 10% über der vorgeschriebenen liegt. So bleiben noch kleine Reserven, etwa für Experimente mit Winglets. Bei geometrisch komplizierteren Bauteilen wie den genannten Krafteinleitungen trifft die konventionelle Rechnung große Vereinfachungen. Hier liegen unter anderem Möglichkeiten zu Gewichtseinsparungen, die bisher wenig untersucht wurden. Um eine Genehmigung für den Erstflug zu erhalten, muß der Festigkeitsnachweis abgeschlossen sein und unter anderem ein Belastungsversuch gemacht werden. Dabei wird am fertigen Flugzeug eine maximale Verformung entsprechend einem bestimmten Lastfall durch äußere Kräfte erzwungen. Sinn dieses Versuches ist es, die Funktion der Steuerung bei elastischer Verformung der Zelle nachzuweisen. In diesem Sinne hoffen wir bis zum Frühjahr 93 sowohl mit dem Stand der Werkstattarbeiten als auch der Zulassung bereit zum Erstflug zu sein.

Claus Bauer



## Der Motor aus der BMW K1 - Motorseglermotor von morgen?

Angefangen hatte alles mit der Frage, warum eigentlich Flugmotoren keine Kat haben. Also auf zum nächsten Professor, in diesem Fall Herr Hohenberg (Verbrennungskraftmaschinen) und fragen, wie mensch das macht. Dieser riet allerdings davon ab, selbst eine 3-Wege-Regelung für einen Flugmotor (z.B. den damals neu erschienenen Rotax 912) zu entwerfen, da selbst Experten für so etwas nicht unter 3 Jahren brauchen. Aber anstatt die Idee zu verwerfen, wurde sie umgestrickt. Was benötigt wurde, war also ein geregelter Motor aus einem anderen Einsatzbereich, der als Flugmotor Verwendung finden sollte. Um später den diversen bekannten Zulassungsschwierigkeiten zu entgehen, wurde nach einem für einen Motorsegler geeigneten Motor gesucht. Schon bald wurde klar, daß es sich um einen Motorradmotor handeln würde, da bei ihnen, ähnlich wie bei Flugmotoren, ein möglichst hohes Leistungsgewicht (Leistung pro Masse) wichtig ist. Nun von einer Auswahl des Motors der BMW K1 zu sprechen ist etwas zu hoch gegriffen, da dieser der einzige geregelte Motorradmotor ist. Eine Leistung von rund 100 PS ließ eine Verwendbarkeit erhoffen. Der große Nachteil des Motors ist der Drehzahlbereich. Denn wer kann sich vorstellen, einen Propeller mit knapp 9000 Umdrehungen pro Minute betreiben zu wollen?

Aber wir wären keine angehenden Ingenieure, wenn dies ein ernsthaftes Problem wäre. Des Problems Lösung ist das, was die MaschinenbauerInnen unter uns im 4. Semester zur genüge konstruieren, zeichnen, etc. : Ein Getriebe.

Und da begannen dann endlich die richtigen Probleme. Ein Getriebe soll eine bestimmte Drehzahlübersetzung erreichen, doch die Frage war welche. Wie schnell soll sich der Propeller denn drehen? Also flugs ein Programm geschrieben, daß genau dieses berechnet, doch oh Graus, es hängt von so vielen Parametern ab, daß eine eindeutige Bestimmung gar nicht möglich ist. Es gehen nämlich Flugzeug-, Propeller- und Motorparameter unterschiedlich ein. Z.B. hat der Propellerdurchmesser, von Flugzeug zu Flugzeug unterschiedlich, den stärksten Einfluß. Also

noch ein Programm. Dieses rechnet den Schubverlauf von verschiedenen Motor-Propeller-Flugzeug-Kombinationen über der Geschwindigkeit aus, womit ein Vergleich möglich wird. Aber nach welchen Kriterien? Für mich war hier die Frage des von der Luftschraube erzeugten Lärmpegels von übergeordneter Bedeutung; ein weiteres Kriterium war dann natürlich die Frage, wieviel Schub noch erzeugt wird.

Bei diesem Vergleich wurde ein Vorteil des angepaßten Getriebes deutlich: einige Maßnahmen führen zu gegenteiligen Effekten, wenn das Übersetzungsverhältnis geändert wird. Z.B. empfiehlt es sich dann, den Propellerdurchmesser möglichst groß werden zu lassen, da dies durch die veränderte Übersetzung (geringere Drehzahlen) zu weniger Lärm bei mehr Schub führt.

Durch diese Betrachtungen wurde bald klar, daß es unsinnig wäre, ein bestimmtes Übersetzungsverhältnis fest zu wählen. So wurde das Getriebe für einen ganzen Bereich von Übersetzungen konstruiert, der Schwerpunkt der Konstruktion lag damit auch auf einer leicht demontierbaren Anordnung, die ein einfaches Wechseln des Übersetzungsverhältnisses ermöglicht, wenn z.B. die Einstellung des Propellers geändert werden soll.

Ich glaube, daß mit dieser Arbeit ein erster Schritt getan wurde hin zu umweltfreundlicheren Antrieben. Hier in Darmstadt werden hoffentlich bald die restlichen Arbeiten, die bis zum Einbau des Motors notwendig sind, aufgenommen werden. Ein Ergebnis der Studienarbeit ist vielleicht auch für andere Motoren anwendbar: Die Möglichkeiten der Lärmreduzierung durch eine optimale Ausnutzung von Motor und Propeller. Durch das Programm wird es möglich, Veränderungen der Propellersteigung zu vergleichen und bewerten. Da bei einer Vergrößerung sowohl Lärm als auch Schub abnehmen, müssen hier natürlich Prioritäten gesetzt werden, aber eine fundierte Abwägung ist nur möglich, wenn die Kosten (Schubverlust) und der Nutzen (Lärmreduzierung) in ihren Größen bekannt werden. Hier kann das Programm eine wertvolle Hilfe sein.

Jochen Wild

## Ein akademisches Solarflugzeug?

Schon seit längerem gibt es in der Akaflieg die Idee, ein Solarflugzeug als Nachfolgeprojekt der D-41 zu bauen. Ein solches Projekt ist technisch hoch interessant, verlangt innovative Lösungen und stellt eine Herausforderung für jede technische Gruppe dar. Da bei heutigen Leistungssegelflugzeugen der Entwicklungsvorsprung der Akafliegs gegenüber der Industrie immer geringer wird, erscheint es außerdem sinnvoll, auf Gebieten tätig zu werden, auf denen noch große Technologiesprünge möglich sind. Eine akademische Fliegergruppe kann ihre Leistungsfähigkeit durch die Realisation eines derartigen Flugzeuges eindrucksvoll unter Beweis stellen.

Gestützt auf diese Erkenntnisse haben Anfang des Jahres 1992 zwei Mitglieder der Akaflieg begonnen sich mit einem Solarflugzeug zu beschäftigen. Dabei untersucht Jutta Reidenbach in ihrer Studienarbeit die Antriebskomponenten. Matthias Schäfer beschäftigt sich in seiner Arbeit mit dem Entwurf eines solchen Flugzeuges. Neben verschiedenen Anforderungen seitens der Akaflieg gibt es einen Wettbewerb der Stadt Ulm, der einen Forderungskatalog für ein alltagstaugliches Solarflugzeug beinhaltet. Auf der Grundlage dieser Vorgaben und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse, die bei schon realisierten Solarflugzeugen gewonnen worden sind, sind erste Konfigurationsstudien durchgeführt worden. Aus verschiedenen Gründen hat sich schon bald eine konventionelle Drachenkonfiguration als die derzeit geeignetste Lösung herausgestellt, auch wenn z.B. die Solair I von Günther Rochelt als Entenflugzeug ausgeführt worden ist. Mit Hilfe eines hierfür erstellten Rechenprogrammes sind nun durch Verschieben einer gemessenen Segelflugpolare für unterschiedliche Strukturgewichte, Steigraten und Sonneneinstrahlungsgrade, verschiedene Parameter wie erforderliche Solarzellenfläche und Akkumasse bestimmt worden. Eines der Ergebnisse dieser Untersuchungen ist, daß leichte Strukturen gewisse Vorteile gegenüber schwereren Bauausführungen haben. Dieses Ergebnis muß zwar

berücksichtigt werden, es darf aber nicht zu einem eklatanten Mißverhältnis zwischen Bauaufwand und Nutzen führen. Nach der Massenabschätzung für Flügel und Rumpf sowie erneuten Rechenläufen zur Ermittlung der Abflugmasse, ist die Profilauswahl der nächste wichtige Schritt. Ein weiterer wichtiger Teil der Arbeit sind konstruktive Überlegungen zur Anbringung des Propellers des Motors und des Getriebes. Auch die Unterbringung der Akkus und die Anbringung der Solarzellen auf Flügel und Höhenleitwerk verlangen konstruktive Lösungen, wobei man hier nicht ganz ohne Versuche auskommt. Die Flugleistungen des Solarflugzeugentwurfs werden abschließend mit einem an der Technischen Hochschule vorhandenem Flugleistungsprogramm berechnet.

Mittelfristig ist an die industrielle Nutzung eines Solarantriebes als umweltfreundlicher Flautenschieber zu denken. Der Anbau eines solchen Zusatzantriebes an Serienflugzeugen sollte sich relativ problemlos gestalten lassen. Aber nicht zuletzt wird der Erfolg eines Solarflugzeug-Projektes auch von der Unterstützung durch die Industrie und durch Förderer der Akaflieg mitbestimmt.

Matthias Schäfer

# Solarzellenleistung im thermischen Segelflug

## Einleitung:

Die Akaflieg Darmstadt konzipiert zur Zeit ein elektro-motorisiertes Segelflugzeug, dessen Ausstattung mit Akkumulatoren und Solarzellen sowohl einen Eigenstart als auch das Wiederaufladen der Energiespeicher während des Segelflugs als Rückkehrhilfe ermöglichen soll. Die Abschätzung der physikalischen Grenzen dieses Solarflugzeugs erfordert auf der einen Seite eine Untersuchung der massenabhängigen erforderlichen Antriebsenergie, auf der anderen Seite die Betrachtung des aus Solarzellen zusammengesetzten Solargenerators, der die Sonnenstrahlung in die für das Flugzeug nutzbare elektrische Energie umsetzt. Die Leistungsangaben (Nennleistung, Wirkungsgrad), die der Hersteller für den Solargenerator zur Verfügung stellt, beziehen sich grundsätzlich auf eine Situation unter Standardbedingungen, die unter anderem eine Temperatur von 25°C, eine Bestrahlungsstärke von 1000 W/qm und die senkrechte Bestrahlung der Solarzellenoberfläche voraussetzen. Dabei ergibt sich jedoch die Frage, wie sich der Solargenerator unter den praktischen Bedingungen am Flugzeug verhält. Im thermischen Kreisflug, während dessen die mitgeführten Akkumulatoren wiederaufgeladen werden sollen, kann beispielsweise die Forderung nach senkrechter Sonneneinstrahlung nicht mehr erfüllt werden.

## Einstrahlungswinkel im thermischen Kreisflug:

Während des Kreisflugs hängt der Einstrahlungswinkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Generatorfläche von vier Größen ab:

\* Relative Sonnenhöhe, definiert als Winkel zwischen der Sonneneinstrahlung und der Horizontalebene in Höhe des Flugzeugs

\* Hängewinkel, mit dem das Flugzeug den Kreisflug durchführt; um diesen Winkel werden die Solarzellen zum Kreismittelpunkt hin geneigt

\* Momentane Flugrichtung, abhängig von

der Lage desjenigen Punktes der Kreisbahn, an dem sich das Flugzeug gerade befindet.

\* Neigungswinkel des Generators in Längsrichtung durch die Schräge des Flügelprofils (Einbauwinkel)

Es wird deutlich, daß der Idealfall einer senkrechten Bestrahlung der Solarzellen im thermischen Kreisflug nur äußerst selten eintritt. Bei großen Hängewinkeln und einer niedrigen Sonnenhöhe schattet sich der Generator sogar selbst ab.

## Direkte und diffuse Sonneneinstrahlung:

Die in der Erdatmosphäre auftretende Sonnenstrahlung setzt sich aus zwei verschiedenen Anteilen zusammen:

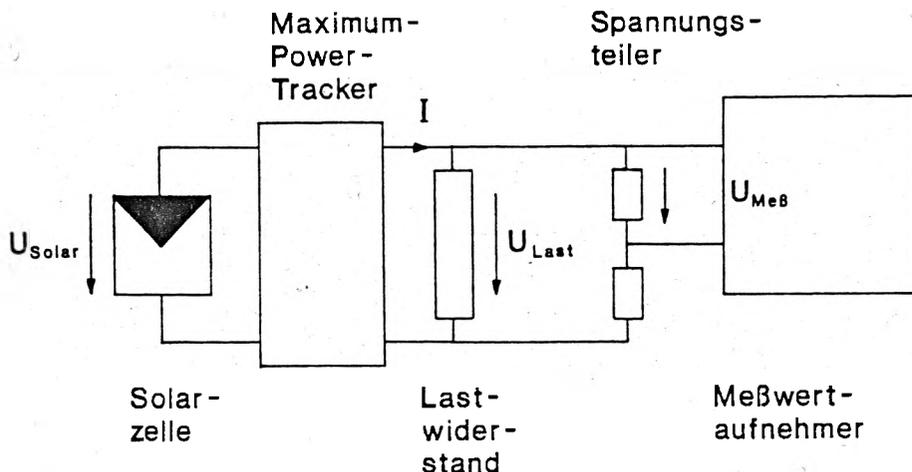
\* Direkte Einstrahlung; ihre Strahlungsstärke hängt von den Absorptions- und Streuvorgängen in der Atmosphäre, und damit zum Beispiel vom Grad der Luftverschmutzung, ab

\* Diffuse Himmelsstrahlung; sie entsteht durch die Brechung der Lichtstrahlen an den Wassertröpfchen in der Atmosphäre und erreicht bei starker Bewölkung und in den Wintermonaten einen bedeutenden Anteil der Gesamtstrahlung

Die üblicherweise verwendeten monokristallinen Siliziumzellen (charakteristischer Wirkungsgrad 14%) können sowohl direktes als auch diffuses Sonnenlicht verwerten. Mit den oben beschriebenen veränderlichen Einstrahlungswinkeln im thermischen Kreisflug reduziert sich die verwertbare direkte Einstrahlung auf ihre Komponente senkrecht zu den Solarzellen -- bei Selbstabschattung des Generators bis auf Null. Die diffuse Himmelsstrahlung bleibt den Zellen jedoch erhalten.

## Ziel der Messungen:

Es wurde vermutet, daß die Bestrahlungsstärke des Solargenerators im thermischen Kreisflug deutlich zurückgeht. Wegen der Rolle der diffusen Himmelsstrahlung können die praktischen Verhältnisse jedoch nur schwer durch eine Berechnung von Winkelbeziehungen erfaßt



werden. Es bietet sich daher an, das Verhalten des Solargenerators im praktischen Segelflug durch Messungen im Geradeausflug und Kreisflug zu erfassen und zu beurteilen. Ziel der Messungen ist es herauszufinden, ob der beschriebene Abschattungseffekt die von den Solarzellen abgegebene elektrische Leistung so sehr mindert, daß ein Wiederaufladen der Akkumulatoren im Kreisflug erschwert oder gar unmöglich wird.

#### Meßanordnung:

Für die Durchführung der Messungen wird ein Solargenerator verwendet, das aus 30 in Reihe geschalteten und in Plexiglas eingebetteten monokristallinen Siliziumzellen mit einer Gesamtfläche von 0,3 qm besteht. Der angenommene Generatorwirkungsgrad beträgt 12%. Auf der Fläche eines Segelflugzeugs läßt sich der Generator mit Hilfe von starkem Klebeband sicher befestigen, die restlichen Komponenten der Meßanordnung befinden sich im Cockpit. Ein zugeschalteter sogenannter Maximum-Power-Tracker sorgt dafür, daß die Solarzellen, die ihre maximale Leistung nur an einem bestimmten Arbeitspunkt ihrer Kennlinie abgeben können, auch bei geringer Bestrahlungsstärke in diesem Punkt der optimalen Zellenspannung betrieben werden. Die bereitgestellte elektrische Leistung setzt ein Lastwiderstand um. Parallel dazu wird an einem Spannungsteiler die zur Solarzellenleistung proportionale Meßspannung abgenommen und von einem Meßwertaufnehmer über der Zeit

aufgezeichnet. Nach dem Abschluß der Messung kann man diese Daten auf einen PC übertragen und graphisch auswerten. Für eine sinnvolle Auswertung der Meßdaten reicht jedoch die Aufnahme der Meßspannung während des Segelflugs nicht aus. Zusätzlich muß ein Protokoll geführt werden, aus dem für etwa einminütige Zeitabstände der jeweilige Flugzustand (Kreisflug und Hängewinkel oder Geradeausflug und Richtung) und die Lichtverhältnisse (Sonne oder Schatten) hervorgehen. Der Vergleich dieser Aufzeichnungen mit den gespeicherten Daten ermöglicht die eindeutige Zuordnung der Flugabschnitte.

#### Auswertung der Medaten:

Als Grundlage der nachstehenden Auswertung dient ein Meßflug, der am 22.08.1992 mit der ASK-13 in Heppenheim von 17:02 bis 18:23 Uhr bei nur mäßiger Sicht (ca. 20 km) stattfand. Sie erfolgt in den folgenden Schritten:

- \* Übertragung der Meßdaten (Zeit in Abständen von 0.5 sec, Meßspannung) vom Meßwertaufnehmer auf den PC
- \* Berechnen der jeweiligen elektrischen Leistung der Solarzellen aus der Meßspannung
- \* Graphische Darstellung der Zellenleistung über der Zeit
- \* Zerlegung der Graphiken in einzelne Flugabschnitte durch Vergleich mit dem Meßprotokoll
- \* Ermitteln der jeweiligen Durchschnittsleistung für die gefundenen

## Abschnitte

\* Bildung von Paaren sogenannter korrespondierender Abschnitte, die zeitlich nicht zu weit auseinanderliegen (sonst liegt eine unterschiedliche Sonnenhöhe vor) und (zumindest subjektiv beobachtbar) gleiche Lichtverhältnisse aufweisen; es wird also zum Beispiel ein Geradeausflug in der Sonne mit einem zeitnahen Kreisflug in der Sonne verglichen

\* Vergleich der Solarzellenleistung für den gesamten Meßflug und die korrespondierenden Paare

4. Ausschnitt aus Flug 1

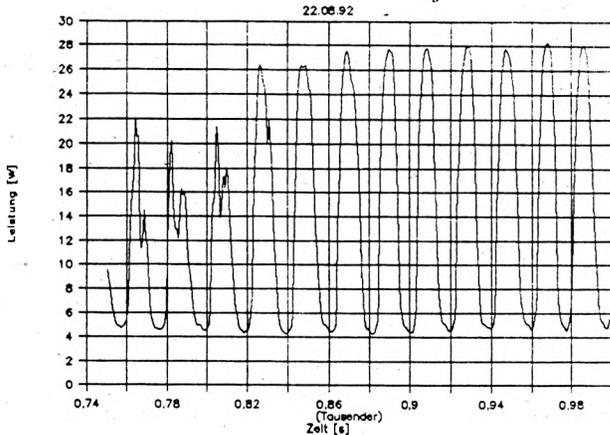


Abb.2

Beispielhaft seien hier einige Daten aus dem durchgeführten Meßflug genannt:

Maximale Bestrahlungsstärke: 819.4 W/qm

Minimale Bestrahlungsstärke: 38.9 W/qm

Durchschnittliche Bestrahlungsstärke:  
276.0 W/qm

Durchschnittliche Solarzellenleistung aller Geradeausflüge in der Sonne: 38.3 W/qm

Durchschnittliche Solarzellenleistung aller Kreisflüge in der Sonne: 49.7 W/qm

Durchschnittliche Solarzellenleistung aller Geradeausflüge im Schatten: 13.3 W/qm

Durchschnittliche Solarzellenleistung aller Kreisflüge im Schatten: 22.0 W/qm

Ähnliche Verhältnisse zeigt auch der Vergleich der korrespondierenden Paare.

2. Ausschnitt aus Flug 1

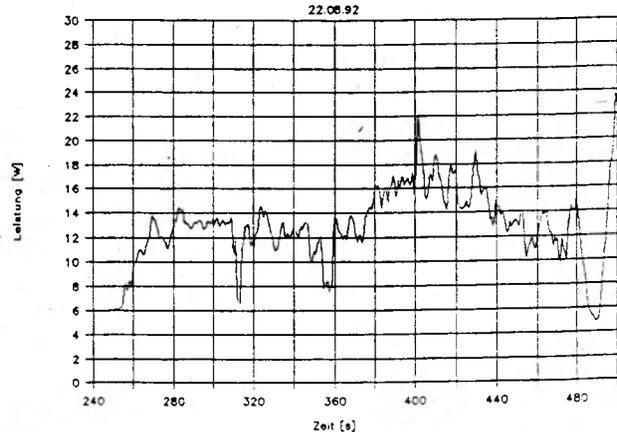


Abb. 3

Ergebnis:

Bei Messungen mit der beschriebenen Anordnung können wichtige Erkenntnisse über das Verhalten des Solargenerators im Segelflug, insbesondere im thermischen Kreisflug, gewonnen werden. Es empfiehlt sich daher, zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten Meßflüge durchzuführen, um die physikalischen Grenzen des Solarflugs abschätzen zu können. Die Auswertung des dargestellten Flugs mit der ASK-13 läßt im einzelnen folgende Schlüsse zu:

\* Die verwendete Meßanordnung und die Durchführung der Messungen haben sich bewährt und können auch für weitere Messungen eingesetzt werden

\* Trotz des für einen Solarflug sehr ungünstigen, diesigen Wetters und der späten Tageszeit erreichte die Bestrahlungsstärke des Solargenerators einen Maximalwert von 819.4 W/qm

\* Sowohl der Vergleich der durchschnittlichen Solarzellenleistung aller Geradeausflüge mit derjenigen aller Kreisflüge als auch der Vergleich der Durchschnittsleistungen ausgesuchter korrespondierender Paare zeigen für die Kreisflüge tendenziell höhere Werte auf.

\* Man kann diesen Effekt darauf zurückführen, da wegen der geringen Sonnenhöhe der Solargenerator sich auf dem

sonnenzugewandten Teil seiner Kreisbahn zwar selbst abschattete, dieser Leistungseinbruch jedoch durch einen Leistungsgewinn infolge der Hinwendung der Generatorfläche zur Sonne auf dem sonnenabgewandten Teil der Kreisbahn mehr als wettgemacht wurde

\* Die Befürchtung, ein starker Einbruch der elektrischen Leistung der Solarzellen im thermischen Kreisflug könne das Wiederaufladen der Akkumulatoren im Segelflug stark erschweren, hat sich damit in keiner Weise bestätigt

\* Dieses Ergebnis bezieht sich auf geringe Sonnenhöhen. Bei einem hohen Sonnenstand sehen die Winkelverhältnisse anders aus: Es erfolgt keine Selbstabschattung des Generators, und der Hängewinkel neigt die Solarzellenfläche von der senkrechten Einstrahlung weg (Leistungseinbuße)

\* Unter der Voraussetzung, daß ein Solarflug nicht nur in den Hochsommermonaten und über die Mittagszeit, sondern auch bei geringer Sonnenhöhe durchgeführt werden soll, kann der durchgeführte Meßflug als besonders repräsentativ betrachtet werden; er deckt den ungünstigsten Fall ab.

Die dargestellten Ergebnisse lassen die Folgerung zu, daß auch bei einem gewöhnlichen Segelflug, der im Durchschnitt zu einem Drittel aus Kreisflügen besteht, günstige Bedingungen für das Wiederaufladen der Akkumulatoren im Flug gegeben sind.

Am 15.08.1992, einem klaren Sommertag, wurde mit einem Segelflugzeug des Typs Grunau Baby ein weiterer Meßflug durchgeführt. Die graphische Auswertung der gespeicherten Daten zeigt einen sehr interessanten Effekt: Mit zunehmender Zahl der Kreisflüge, also zunehmender Höhe des Flugzeugs, steigt die zur Solarzellenleistung proportionale Meßspannung an. Das kann auf zwei verschiedene Einflüsse zurückgeführt werden:

\* Der Anteil der direkten Sonnenstrahlung steigt mit der Höhe an, da in Erdnähe die stärkste Trübung durch Schmutz- und Staubpartikel auftritt

\* Der Wirkungsgrad der Solarzellen sinkt mit zunehmender Zelltemperatur ab, besitzt also vor dem Start, wenn das Flugzeug einige Zeit in der Sonne gestanden hat, einen

besonders geringen Wert. Im Segelflug kühlt der Fahrtwind den Generator; zusätzlich sinkt die Temperatur der Luft mit steigender Höhe ab.

Es bietet sich an, die gegebene Meßanordnung durch eine Aufzeichnung von Temperatur und Höhe während des Flugs zu erweitern und damit die Einflüsse von Temperatur und Trübung getrennt zu erfassen und zu beurteilen.

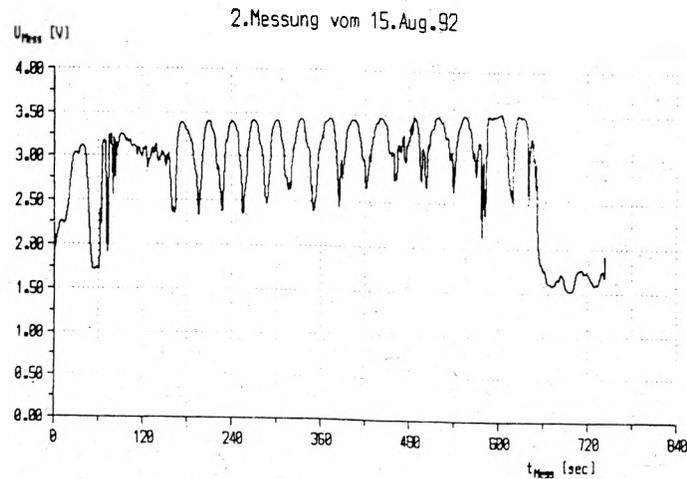


Abb. 4

Jutta Reidenbach

# Idaflieg-Sommertreffen 1992

In diesem Jahr waren wir mit unseren Prototypen D-39 und D-40 auf dem Idaflieg-Sommertreffen vertreten, das auch diesmal auf dem Flugplatz von Aalen-Elchingen stattfand.

Für Dietmar Müller, Michael Paul und Roland Schlag war es die erste Teilnahme; deshalb wurden sie wie alle "Testanfänger" von Gerd Stich (besser bekannt als Stichling) auf dem DLR-Janus gründlich in die Durchführung von Flugeigenschaftsuntersuchungen, dem sogenannten "Zachern" eingewiesen.

Die Flattererprobung, eine Untersuchung des Flugzeuges auf Eigenschwingungen, an der D-39 und der D-40 konnten leider nicht abgeschlossen werden, da die dazu nötigen Massenausgleiche noch nicht eingebaut waren. Diese beiden Flugzeuge sollten deshalb von möglichst vielen Piloten "gezachert" werden, damit die Aussagekraft der Untersuchungen verstärkt wird.

Im Vergleichsfliegen wurden die Leistungen der fs-32, der Stemme S10 und der ASW-24 gemessen. Diese Flüge mußten in möglichst ruhiger Luft durchgeführt werden.

Notwendig hierfür war deshalb frühes Aufstehen bereits vor 6 Uhr morgens, um die Meßflüge vor Einsetzen der Thermik abgeschlossen zu haben. Die Aktivitäten am Abend hielten sich deshalb in Grenzen und waren oft der Vorbereitung von Sondermeßprojekten vorbehalten.

Jutta Reidenbach führte ein solches Sondermeßprojekt der Akaflieg Darmstadt durch. Sie befaßte sich mit dem Verhalten von Solarzellen im thermischen Segelflug.

Außerfliegerisch bildete das Bergfest einen Höhepunkt, das nach der Hälfte des Forschungslagers stattfand. Einen guten Rahmen dafür bildete ein nahegelegener Waldsee. Dort konnte in aller Ruhe bei viel Grillfleisch und Bier gefeiert werden.

Für uns Darmstädter Akaflieger brachte das Treffen einen großen Erfahrungszuwachs, den wir gerne an jüngere Mitglieder weitergeben. Hoffentlich finden wir auch im nächsten Jahr die Zeit dazu, uns zahlreich beim Forschungs- und Fliegertreffen blicken zu lassen.

Roland Schlag

## Durchführung einer Flatteruntersuchung am Segelflugzeug D-40

Dem Flatterproblem kommt bei der derzeitigen Entwicklung im Segelflugzeugbau eine immer größere Bedeutung zu. Bei großer Spannweite wird der Tragflügel zunehmend dünner und weniger tief ausgelegt. Mit solchen konstruktiven Optimierungsschritten sinkt natürlich die Steifigkeit bei gleichzeitiger Erhöhung der Flächenbelastung. Desweiteren werden zur Leistungssteigerung in der Wettbewerbsfliegerei große Mengen Wasserballast innerhalb des Tragflügels mitgeführt. Die Lage des Wassers vor dem Holm in Kombination mit der geringen Flügelsteifigkeit und stark eingeschnürten Rümpfen führt zu einer hohen Flattergefährdung. Für die Musterzulassung eines Segelflugzeuges wird deshalb durch die JAR-Bauvorschriften nicht nur ein Nachweis über die Festigkeit, die Betriebssicherheit und die flugmechanischen

Eigenschaften gefordert, sondern auch, daß das Flugzeug bis zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit keine aeroelastischen Instabilitäten aufweist. Im reinen Flugversuch ist ein ausreichender Nachweis kaum zu erbringen, da er unter Umständen ein hohes Risiko für Besatzung und Maschine mit sich bringt. Aus diesen und anderen Gründen führt man seit einiger Zeit sogenannte Standschwingversuche durch. In Deutschland werden diese i.d.R. am Institut für Aeroelastik der DLR in Göttingen durchgeführt. Die übliche Vorgehensweise zur Durchführung einer Flatteruntersuchung besteht aus den folgenden Abschnitten:

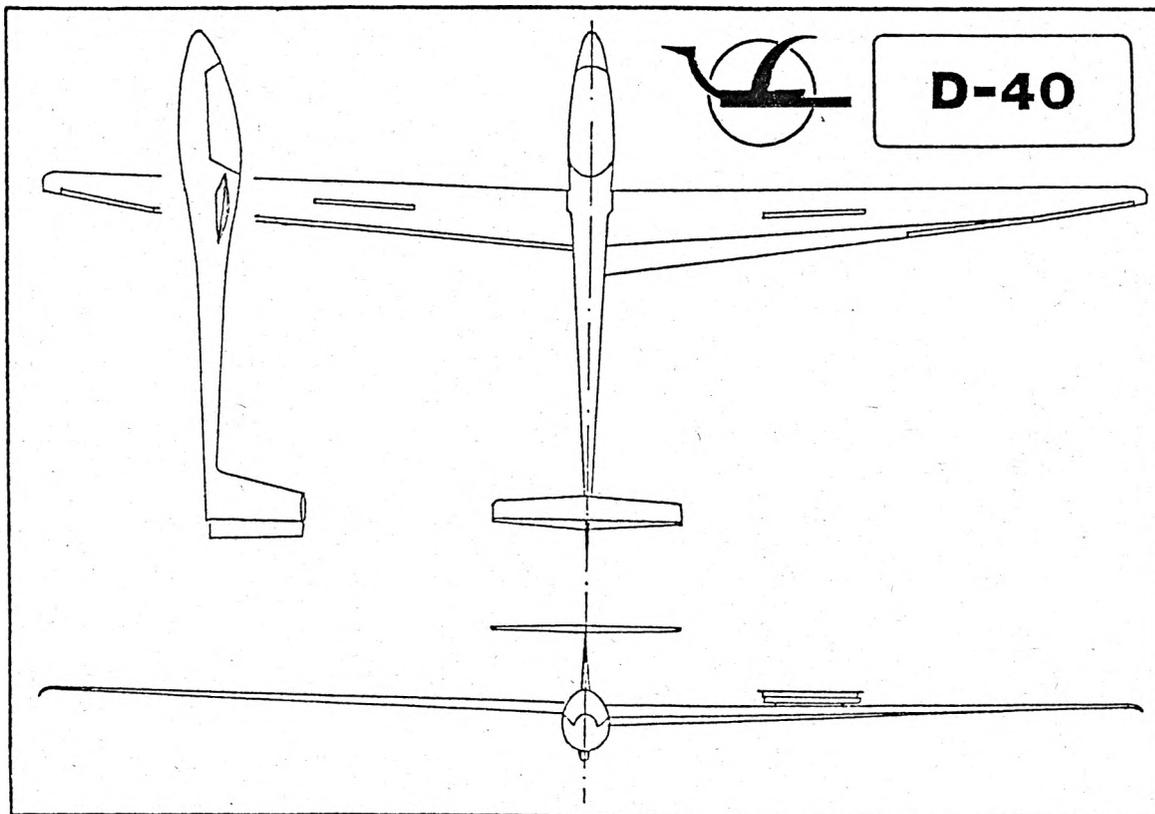
- a.) Einem Standschwingversuch, in dem das Schwingungsverhalten des Flugzeuges experimentell untersucht wird.
- b.) Einer darauf aufbauenden

Flatterrechnung mit ausreichenden  
Sicherheiten.

c.) Systematischen Flugversuchen bis zu

der in der Flugprobung  
nachzuweisenden Höchstgeschwindigkeit.

Im letzten Jahr mußte die D-40, ein



Dreiseitenansicht der D-40

Spannweite	15 m
Rumpflänge	6.75 m
Leergewicht	307 kg
max. Abfluggewicht	500 kg
max. Wasserballast	100 kg
Höchstgeschwindigkeit	270 km/h
Manövergeschwindigkeit	190 km/h

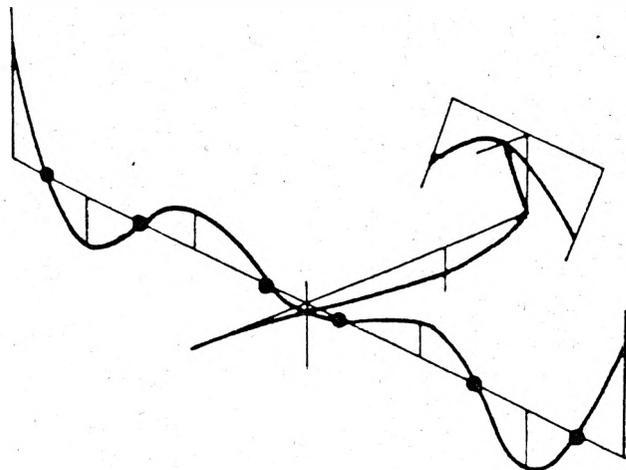
Segelflugzeug-Prototyp der Akaflieg Darmstadt, diese Prozedur über sich ergehen lassen. Die D-40 ist ein einsitziges Segelflugzeug der FAI-15m Rennklasse. Sie besitzt eine variable Flügelgeometrie, die über eine sogenannte "Taschenmesserklappe" (entspr. Fowler) realisiert wurde. Beim Ein- und Ausfahren aus der Flügelhinterkante sind drei Stellungen der Fowlerklappe möglich:

- 1.)Fowler eingefahren: Schnellflug
- 2.)Fowler Mittelstellung: Start, Zentrieren
- 3.)Fowler ausgefahren: Landung, Thermik-

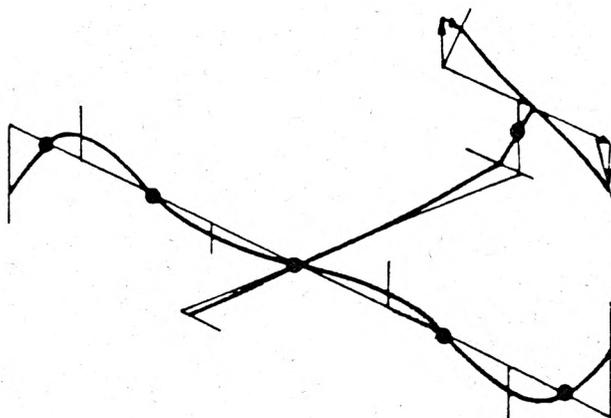
flug

Jedes Flugzeug ist ein elastisches und damit schwingungsfähiges System. Dabei können Wechselwirkungen zwischen den aerodynamischen Kräften und elastischen Verformungen der Flugzeugstruktur auftreten. Flattern entsteht dann, wenn einem dämpfungsbehafteten Schwingungsvorgang mehr Energie zugeführt wird, als durch Dämpfung in andere Energieformen, wie z.B. Wärme, umgesetzt werden kann. Bei der Flatteruntersuchung werden im Rahmen eines Standschwingversuches zunächst alle

Eigenschwingungsformen sowohl der Struktur, als auch der Steuerung gemessen.



Diese können symmetrisch bzw. antisymmetrisch sein.



a) symmetrische Oberschwingung  
Beispiele für Struktureigenformen

In der nachfolgenden Flutterrechnung werden nun verschiedene Fluggeschwindigkeiten und Flughöhen simuliert. Eine solche Rechnung zeigt mit hoher Wahrscheinlichkeit, ob eine Struktur mit einer Steuerungseigenform koppeln kann. Derartige Kopplungen können dem System Energie zuführen und dadurch schwingungsanfachend wirken.

Bei der D-40 treten im antisymmetrischen Eigenformbereich zwei Flutterfälle auf. Einmal ein Seitenruderflattern und des weiteren ein Querruderflattern. Mit Hilfe von rechnerisch simulierten Massenausgleichen am Seitenruder und an den Querrudern gelingt es, über eine Verminderung der statischen

b) antisymmetrische Oberschwingung  
Rudermomente, die kritischen Schwingungsformen zu entkoppeln.

Jetzt muß sich zeigen, ob die theoretisch in der Flutterrechnung angebrachten Massenausgleiche in die Praxis umsetzbar sind. Speziell im Querruderbereich wird dies bei der D-40 extreme konstruktive Eingriffe zur Folge haben. Mit den tatsächlich realisierten Ausgleichen wird später zur Kontrolle eine nochmalige Flutterrechnung durchgeführt. Verläuft diese erfolgreich, so kann mit Zustimmung des Luftfahrt-Bundesamtes (LBA), die D-40 im Rahmen der Einzelstückzulassung, in die noch fehlenden Teile der Flugerprobung (spez. Flugversuche auf Flutterfreiheit) gehen.

Bernhard. Schrimpl

## Aus zwei mach eins (oder zwei ?)

Mit grosser finanzieller Unterstützung der Alten Herren war es uns in diesem Jahr möglich zwei Motorsegler des Typs Dimona zu erstehen. Einziger Haken an der Sache: Beide Flugzeuge weisen deutliche Schäden auf. Die fabrikneuen Motorsegler waren zur Auslieferung vorgesehen und standen auf dem Flugplatz Egelsbach, bevor sie durch einen Sturm losgerissen und beschädigt wurden. Ein großzügiges Angebot der Eigentümer, die bereit waren auch Spendenbescheinigungen zu akzeptieren, sowie die finanzielle Hilfe unserer Alten Herren waren die geeig-

neten Voraussetzungen, wieder zu einem doppelsitzigen Motorsegler zu kommen. Dank der Vermittlung unseres AH Peter Stagge war der Handel bald abgeschlossen. Wenn die Frage geklärt ist, ob beide Flugzeuge wiederhergestellt werden oder wir die jeweils besten Teile zu einem Flieger aufbauen, kann mit dem Aufbau begonnen werden. Da uns der Hersteller angeboten hat selbst Teile im Werk zu fertigen, besteht obendrein noch Gelegenheit Industrie-Erfahrungen zu sammeln.

Thomas Weinheimer

## Das Kfz Drama

Angefangen hat das Jahr eigentlich ganz gut. Der VW- Bus mußte zwar über den TÜV, was uns aber nach zwei Anläufen auch gelungen ist. Nach Einbau von vier BILSTEIN Gasdruckdämpfern war das Auto fast renntauglich (von der Straßenlage zumindest). Außerdem konnte der neue Kadett Kombi, der 1991 recht günstig aus dem Opel- Werkspool erworben wurde, zugelassen werden. Somit standen der Gruppe zwei fahrtüchtige, sparsame Fahrzeuge (beides Diesel) zur Verfügung. Sie erweckten auch den Anschein, da in dieser Saison die Autoschrauberei auf die normalen Wartungsarbeiten reduziert werden konnte.

Bis zur Rückfahrt aus dem Sommerlager in Polen schien die Rechnung aufzugehen: Bei Berlin- Potsdam verspürte der Opel den Drang, sich mit angehängtem D- 38 Hänger in die Leitplanke zu bemühen, was er auch tat. Bilanz des Crash's: - Opel in die ewigen Jagdgründe eingegangen - D- 38- Hänger nach halber Rolle ziemlich demoliert - D- 38 leicht verbeult (aber reparabel)

Naja halb so schlimm, das Flugzeug war zum Glück wie der Kadett kaskoversichert. Außerdem hatten wir ja auch noch den Bus, der uns aber leider nach ca. 2,5 Monaten auch noch zusätzlich im Stich ließ. Auf der Rückfahrt von einer Ausstellung riß der Zahnriemen, der die Nockenwelle

antreibt. Die Nockenwelle blieb stehen, ein Ventil blieb offen und die Kolben kam hoch. Die Folge war ein zerstörter Motor. Somit hat sich der Bestand an einsatzfähigen Fahrzeugen der Gruppe auf NULL reduziert. Schnorrraktionen bei diversen Autofirmen, Leasingunternehmen und ähnlichen blieben leider erfolglos. Glücklicher Weise erklärte, nach Vermittlung von Prof. Hohenberg, sich der VW-Konzern bereit, einen Ersatzmotor zur Verfügung zu stellen, was allerdings noch eine Weile dauern kann. In absehbarer Zeit ist der Bus somit wieder einsatzbereit.

Aber das Schicksal meinte es gut mit uns: Unser Ehren- AH Heinrich Wehnert vermachte uns seinen alten Ford- Transit. Dieser war aber leicht reperaturbedürftig, viele Stunden mußten in blechdengeln, schweißen, spachteln, schleifen und anschließenden Finisharbeiten investiert werden. Das Werk steht kurz vor seiner Vollendung. Die Anhängerkupplung war schon montiert, die Inneneinrichtung ( Sitzbank ) konnten aus dem Schrott der TH erhalten, so da uns jetzt nun noch der "TÜV- Erwerb" bevorsteht.

Johannes Garrecht

## Idaflieg Schulungslager Herbst 92

Dieses Jahr hatte die Idaflieg zum Ende der Flugsaison zu einem Schulungslager nach Karlsruhe eingeladen. Dies war für uns Flugschüler eine tolle Möglichkeit uns vor der Winterpause nochmal so richtig "auszutoben". Dazu hatten wir drei Wochen Zeit und einen exklusiven Flugzeugpark. So waren die Münchner mit Ihrer Mü 17 da, die Erlanger brachten einen Bergfalken mit; aus Aachen kam eine LS 7. Die Braunschweiger waren mit einem Discus angereist, aus Aachen eine ASW 24 und schließlich unsere LS 4 standen zur Verfügung. Für die Doppelsitzerschulung konnte auch noch die ASK 21 der Karlsruher verwendet werden. So waren also die besten Rahmenbedingungen für solch ein Lager

gegeben. Jetzt mußte nur noch das Wetter mitspielen. Das zeigte sich allerdings von seiner wechselhaft, herbstlichen Seite. Doch einen begeisterten Flugschüler kann auch kein Regen vom Platz verjagen. Zwischendurch wärmte man sich eben mal im Bus auf und schon gings weiter. Am Abend setzte uns allerdings die Dunkelheit Grenzen. So rüsteten wir oft schon im Dunklen ab (man muß ja jede Minute Tageslicht zum fliegen nutzen!). Jetzt machte sich der lang verdrängte Hunger breit und eilig wurde noch eingekauft und gekocht. Erstaunlicherweise überraschten uns die Köche auch mit anderen Gerichten als den unvermeidlichen Spagetti. Mit dem Geld für den Einkauf mußten wir jedenfalls nicht

sparen. Wir waren so fleißig mit dem Kisten erfliegen (ca. 150 Stück), daß wir damit die ganzen drei Wochen das Essen bestreiten konnten. Am Ende blieb auch noch ein stattlicher Betrag übrig, so daß wir zum Ende der Schulungswochen noch eine tolle Abschlußparty feiern konnten. Insgesamt war das Lager ein voller Erfolg und ich hoffe, daß auch nächstes Jahr wieder so eine Veranstaltung stattfindet. Die Karlsruher haben sich auch schon wieder bereiterklärt

Ihre Räume zur Verfügung zu stellen. Allerdings haben sie auch um etwas mehr Unterstützung von Seiten der Fluglehrer gebeten, denn die drei Wochen wurden allein von Karlsruher Fluglehrern bestritten.

Petra Jemiller

## Learning to fly

Der Ausbildungsbetrieb begann in diesem Jahr mit dem Frühjahrslager bei der Akaflieg Karlsruhe. Für die meisten Flugschüler war es eine neue Situation, unsere Flugzeuge einmal nicht, wie bis dahin gewohnt, in ihren Anhängern, sondern in ganzer Größe zu sehen. Nach einer Einweisung in die örtlichen Verhältnisse, wie Start- und Landerichtung und die Platzeinteilung beim Landeanflug, konnte es endlich losgehen. Ohne daß man sich als Flugschüler wehren konnte, wurde man mit einem Rucksack versehen und ins Cockpit verfrachtet. Bei dem Rucksack handelte es sich -wie man mir versicherte- nicht um ein zusätzliches Trimmgewicht oder einen Ort für die Reiseverpflegung, sondern um eine Art Rettungssystem, das den Windwiderstand des Piloten vergrößert, wenn er gezwungen ist, ohne Flugzeug in erdnahe Luftschichten zurückzukehren.

Nach Verschließen der Kabinenhaube konzentrierte sich meine Aufmerksamkeit dann auf jene drei Dinge, die mir bevorstanden: mein erster Flug, mein erster Schulungsstart, und mein erster Start mit einer ASK-13. Mir wurde gezeigt, wie man ohne

Loopings und Rollen um die Längsachse und, ohne Knoten im Windenseil zu hinterlassen, einen sicheren Start ausführt, wie man sich durch Kreisen in thermischen Aufwinden länger als fünf Minuten in der Luft hält und wie man ein Flugzeug zum Boden zurückbringt, ohne den Reparaturaufwand ins Unermeßliche zu treiben. Dies alles war so einfach, daß ich nur noch weitere fünfzig Starts brauchen würde, um diese Übungen auch alleine beherrschen zu können.

Das war dann vier Monate später in Polen: nur die ASK-13 und ich im Schlepp hinter einem polnischen Doppeldecker; es war angenehm, endlich nicht mehr die Nörgelei des Fluglehrers im Genick zu haben.

Nach einigen weiteren Übungsflügen hat man mich dann auch auf Hochleistungs-Kunststoff-Einsitzer, wie Discus CS und ASW-24 losgelassen. Damit war die Saison leider zuende. Nächstes Jahr steht für fünf weitere Flugschüler der Akaflieg und mich dann die PPL-C-Lizenz auf dem Programm.

Rainer Schroeder

## Die Fliegerlager der Akaflieg Darmstadt

Das Motto unserer Gruppe heißt: Studenten forschen, bauen und fliegen. Die Prioritäten sind entsprechend. Da innerhalb eines Jahres jedoch in der Regel eine ungeheure Zahl an Arbeitsstunden in den Bereichen Forschen und Bauen geleistet werden, kann die Gruppe sich mit gutem Gewissen von Zeit zu Zeit einen Fliegerurlaub gönnen. Die Finanzierung

dieser Vorhaben hat sich in den letzten zwei Jahren erfreulich verbessert. Unser alter Herr Hermann H. W. "Ivan" Quenzler hat zum Andenken an seinen im Pazifik verschollenen Sohn Fritz einen Trust geschaffen, aus dem die Akaflieg Darmstadt jedes Jahr einen Scheck von 1000.- US\$ erhält. Für unsere Sommerlager haben wir somit ein sehr angenehmes Startkapital und

der Urlaub wird auf diese Weise für jedes Gruppenmitglied erschwinglich. Trotzdem müssen wir bei der Auswahl unserer Ziele sehr auf die Kosten schauen. Plätze wie Sisteron oder Samedan in den Alpen, die die Akaflieg früher besuchen konnte, sind für uns leider jenseits der Finanzierbarkeit.

Ich möchte nun über die Fliegerlager der Akaflieg in den vergangenen zwei Jahren berichten.

### Frühjahrslager in Karlsruhe 1991

Traditionell findet das Akaflieg Frühjahrslager in der letzten Woche der Semesterferien und in der ersten Semesterwoche statt. So auch im Jahre 1991. Nach den üblichen Turbulenzen bis kurz vor der Abfahrt kamen wir auf den Flugplatz Karlsruhe-Forchheim, der der Gruppe schon von früheren Aufenthalten bekannt war. Die Akademische Fliegergruppe der Uni Karlsruhe fliegt auch dort und hat sich während unserer Karlsruhe-Aufenthalte sehr nett um uns gekümmert, was die Entscheidung für ein Lager in Karlsruhe immer wieder positiv beeinflusst.

In diesem Jahr waren wir Darmstädter wieder einmal auf dem "Campingplatz" des Flugplatzes untergebracht. Die sanitären Einrichtungen auf diesem Campingplatz bestehen aus einer Schwengelpumpe, die kristallklares und entsprechend kaltes Wasser aus dem Boden fördert. Es waren schon recht natürliche Erlebnisse, wenn man morgens um 7 Uhr bei Temperaturen um den Gefrierpunkt aus dem Zelt kriecht und sich dann mit entblößtem Oberkörper an der Pumpe vergnügt. Vor dem Frühstück wurden dann zum Aufwärmen die Flugzeuge aufgerüstet. An einigen Tagen fuhren wir dann nach Forchheim zum Hallenbad, um uns wenigstens ab und zu unter fließend warmem Wasser zu waschen. Nachdem der Bademeister von unseren edlen Absichten ausreichend überzeugt war, durften wir sogar während des Frauenbadetages das Gebäude betreten, sehr zur Erheiterung der anwesenden Damen von zumeist älterem Baujahr. Auf dem Rückweg zum Flugplatz wurden dann die ortsansässigen Bäckereien überfallen und mit Säcken voller Brötchen und "Laugenweckle" ging's zurück zum Frühstück.

Fliegerisch ging es in Karlsruhe dank des

guten Wetters richtig zur Sache. Udo wurde während seiner diversen Anläufe zum 50km-Flug zum Außenlandekönig auf unserer K6e, die er mit diversen Äckern in Kontakt brachte. Für mich persönlich brachte das Karlsruher Lager die ersten Gehversuche im Streckenfliegen, die einmal nach navigatorischen Problemen auf einem Acker bei Heilbronn endeten. Dank der äußerst günstigen Windenstartkosten wurde sehr viel geflogen und die Anfängerschulung kam ein gutes Stück voran. Wie schon so oft, ging es auch in diesem Lager nicht ohne Verluste ab. Claus erwies sich beim Ausrollen als kaltblütiger Hutzenkiller, unsere LS4 mußte zum Glück nur leicht beschädigt ein paar Tage früher die Heimreise antreten und der zur abgetrennten Anhängerhutzte gehörende Pilot mußte sich inzwischen auch wieder beruhigt haben.

### Sommerlager in St. Jean d'Angely 1991

Wie im Vorjahr trat die Gruppe die Reise in den Nordwesten Frankreichs an. Die Flugzeuge mit eigenem Triebwerk auf dem Luftweg, die anderen im Anhänger auf dem beschwerlichen Landweg. Ich selbst hatte bei der Anreise das Glück einen Platz im Flugzeug zu bekommen. Am vorher vereinbarten Tag trafen sich die Besatzungen der Flugzeuge morgens in Heppenheim und brachen gen Westen auf. Das Wetter sah beim Start zunächst nicht sehr einladend aus, besserte sich aber schnell und wir flogen bei traumhaften Bedingungen an den Schlössern der Loire vorbei. Nach drei Zwischenlandungen und vielen Stunden Gedröhne in unserer Morane kamen wir schließlich in St. Jean an, wo die ersten Akaflieger schon ihre Zelte aufgestellt hatten.

Innerhalb kürzester Zeit wandelten sich die Lebensgewohnheiten der Akaflieger und man ernährte sich hauptsächlich von Baguette zum Frühstück und Cidre zum Abendessen. Wie schon die Bäcker von Forchheim so erlebten die Supermärkte in St. Jean einen signifikanten Anstieg der Nachfrage, hier insbesondere beim Cidre.

Die Fliegerei gestaltete sich wie in Frankreich üblich. Nach dem Frühstück so gegen 12 Uhr kam der Flugbetrieb gemächlich in Gang. Der Urlaubsgedanke stand bei diesem Lager ganz klar im

Vordergrund. Auch die Flüge können wohl eher als Lustflüge bezeichnet werden. So gab es einige "Ausflüge" der Motorsegler an die Küste bei La Rochelle zu jeder möglichen Tageszeit. Nach einigen Tagen ließ uns dann der Ölkühler der Morane im Stich, was eine Reparaturpause zur Folge hatte, während derer auch gleich der Vorstandshänger#1 überarbeitet wurde.

Als weiterer Höhepunkt sei noch die Einladung bei Paul Noquet, unserem dortigen Gönner genannt, in dessen Anwesen mit Swimmingpool die Akaflieger voll auf ihre Kosten kamen.

### Frühjahrslager in Karlsruhe 1992

Wie vor jedem Fliegerlager so hatte sich die Gruppe auch diesmal wieder ein Ziel gesetzt, das es vor der Abfahrt zu erreichen galt, nämlich die Tragflächen der D-41 verklebefertig zu bekommen. Der Termin der Abfahrt rückte näher, aber die Flügelschalen waren von der Fertigstellung noch weit entfernt, also wurde beschlossen, die Abreise um eine Woche zu verschieben und in dieser Zeit intensiv am Erreichen des gesteckten Ziels zu arbeiten. Leider mußten wir einsehen, daß das Ziel unerreichbar hoch gesteckt gewesen war und wir hatten am Ende dieser Woche zwar die Holm-Rovings gezogen und einiges vorbereitet, aber an ein Verkleben war nicht zu denken.

Wir fuhren dann unverrichteter Dinge aber ohne allzu schlechtes Gewissen nach Karlsruhe. In diesem Jahr hatten uns die Karlsruher Akaflieger angeboten, in den Aufenthaltsräumen ihrer Werkstatt zu übernachten. Dieses Angebot nahmen wir in Anbetracht der warmen Dusche gerne an.

Das Wetter war uns freundlich gesonnen, so hatten wir in den ersten Tagen sehr schöne Flüge über dem teilweise noch schneebedeckten Schwarzwald.

Am dritten Tag gab es einen Anruf, es gab Stille, es gab unendlichen Schmerz und Verzweiflung. Michel und Harald gab es nicht mehr.

### Sommerlager in Olsztyn 1992

Die Idee nach Polen zu fahren stammte von Harald, der zwei Jahre vorher schon dort gewesen war. Sein Fotoalbum und seine

Erzählungen hatten uns von Olsztyn als Ziel für ein Akaflieglager überzeugt und wir hatten alles frühzeitig und wie wir dachten ausreichend organisiert.

Als der Akaflieg-Konvoi nach teilweise über 20stündiger Fahrt den Flugplatz erreichte wurden wir leider eines besseren belehrt. Leider hatten wir uns mit den falschen Leuten organisiert, die uns Leistungen zugesagt hatten, die sie unmöglich einhalten konnten. Bis wir die "richtigen" Leute gefunden hatten und mit Ihnen den Flugbetrieb vereinbaren konnten, vergingen leider zwei volle Tage, an denen wir gerne geflogen wären. Die fliegerischen Aktivitäten in Polen unterliegen der Aufsicht des Militärs und die wollen genau über jeden informiert sein, der sich in Ihrem Luftraum aufhält. Als alle notwendigen Schritte unternommen waren, klappte der Flugbetrieb allerdings reibungslos. Unsere polnischen Gastgeber kümmerten sich um den Flugbetrieb, wir mußten lediglich die Uhrzeit bekanntgeben, zu der wir mit dem Fliegen anfangen wollten.

Geflogen wurde dann auch entsprechend viel, zumal das Wetter wirklich jeden Tag fliegbar war, auch wenn es beim Frühstück manchmal noch regnete. Beim morgendlichen Briefing wurde uns ein Wetterbericht verkündet, der jedesmal übervorsichtig war. Die angegebenen Wolkenuntergrenzen waren in der Regel um den Faktor 1,5-2 höher als vorhergesagt und angekündigte Gewitter blieben oft aus. Die Flugbedingungen waren an vielen Tagen gut, an manchen Tagen sogar besser, als wir uns es hätten träumen lassen. Aufgrund unserer Faulheit kam es nur zu sehr wenigen Streckenflügen, die meisten sind spazierengeflogen und konnten die Landschaft der masurischen Seenplatte genießen.

Wie schon so oft gab es auch in diesem Lager Reparatureinlagen. Auf dem Hinweg war das Gespann mit dem Vorstandshänger#1 von einem der Räder überholt worden. Auch am Vorstandshänger#2 waren einige Schweißarbeiten nötig geworden. Auch hier erwiesen sich unsere Gastgeber als äußerst hilfsbereit und wir konnten diese Schwierigkeiten meistern.

Die Rahmenbedingungen dieses Lagers kann man durchaus als luxuriös bezeichnen. Wir waren in zwei Bungalows mit jeweils 12 Betten in verschiedenen Zimmern untergebracht. Jedes Bungalow hatte Duschen,

Toiletten, einen Kühlschrank und einen Aufenthaltsraum. In einem dem Flugplatz angeschlossenen Restaurant bekamen wir Frühstück und Abendessen, jeweils sehr reichhaltig. Die Preise hielten sich sehr in Grenzen, die Unterbringung kostete alles in allem etwa 25.- DM pro Tag. Als sehr angenehm habe ich das Freizeitangebot empfunden, das der 5km lange See direkt neben dem Flugplatz bot. An einem Tag, an dem das Schleppflugzeug auf einem Tag der offenen Tür auf einem anderen Flugplatz eingesetzt war, hat sich die Gruppe auf vier Segelboote verteilt und auf dem Wasser ausgetobt. An anderen Tagen waren immer ein paar von uns am Strand zum Schwimmen oder Surfen. Die Eindrücke des Landes waren für mich völlig neu und sicherlich wertvoll.

Nachdem das Sommerlager sicherlich zur Zufriedenheit der Teilnehmer zu Ende war, gab es auf der Rückreise einen bedauerlichen Unfall. Unser fast neuer, von den alten Herren finanziertes, Opel Kadett hatte auf der Autobahn bei Potsdam einen Unfall.

Glücklicherweise ist den Insassen nichts passiert. Der Opel war allerdings total breitgefahren und die D-38 im Anhänger dahinter hatte es auch einmal wieder erwischt. Ein weiterer Glücksfall war, daß wir an den Versicherungen nicht gespart hatten und der Sachschaden abgedeckt war. Geblieben ist viel vermeidbarer Arbeitsaufwand, bis die D-38 wiederergestellt war.

Die lange Strecke nach Polen hat uns gezeigt, daß wir die Anfahrt zu einem Fluglagerzielort stärker in unsere Planung einbeziehen müssen. Sei es, daß man zwei Tage für die Anfahrt vorsieht oder für zweiwöchige Lager erst gar keine so langen Strecken auswählt.

Stephan Kablitz

## Wind Nord-Ost, Startbahn 03?

Nord-Ost hat nicht ganz gestimmt, Startbahn 03 auch nicht, aber es bläst ganz schön und ich will nach Frankreich. Es ist Dienstag Abend und die Gruppe ist in heller Aufregung, die Nord-Ost Lage bahnt sich an. Schon lange schwirrt sie durch meinen Kopf, die freie Strecke, fliegen soweit die Füße tragen, geradeaus an den Atlantik. Der Atlantik, oder anders betrachtet 1000 km Zielflug im Segelflugzeug. Unzählige Dinge sind nun zu klären, welches Flugzeug?, fliegt einer mit?, wo starten?, wer schleppt uns?, und last not least wer holt mich so weit zurück?! Also an das Telefon gehängt und telefoniert, erst nur Zustimmung, "Frankreich, tolle Idee, ich komme mit", später bleibt nur Theo, aber o.k. zwei Flugzeuge können ein schönes Team sein. Helmut Kunz schlägt vor vom Leistungstützpunkt Breitscheid aus zu starten, eine gute Sache, denn der Abflug von Breitscheid ist viel früher fliegbar als quer durch das Rheintal von Heppenheim oder Rheinheim; F-Schlepp ist jederzeit möglich, eine Unterkunft ist vorhanden. Gonzo will mich zurückholen, alle Hindernisse beseitigt, dann los. Wir beschließen noch in der Nacht nach Breitscheid zu fahren und dort zu

übernachten, also nach Haus alles zusammen gepackt, und um 24:00 h wieder an der Akaflieg treffen. Helmut bietet an, uns nach Breitscheid zu begleiten um uns in die Luft zu helfen, ideal oder nicht? Die Aufregung ist vorbei und kaum auf der Autobahn fällt aller Druck von mir, schlafen, morgen ist ein großer Tag. Irgendwann angekommen bleiben noch ein paar Stunden Schlaf. 20. Mai, 7:00 h, der Wecker ruft, ein strahlend blauer Himmel gibt uns recht, heute ist ein großer Tag. Die Startvorbereitungen können in aller Ruhe getroffen werden, die Wetterberatung per Fax klappt reibungslos und wir könnten kurz nach 9:00 h schleppen, aber die erhofften Cumuluswolken lassen auf sich warten! Gut die Sommerzeit muß bedacht sein und wir warten auf die ersten Ablösungen. Gegen 10:00 h wird die Luft lebendiger und wir können auch schon Funksprüche von in Betzdorf gestarteten Segelfliegern aufnehmen. Doch Sie fliegen mit 25m Seglern und können sich kaum am Himmel halten, wir müssen noch warten. Unsere Meinung vom großen Tag bekommen wir bestätigt, denn von Betzdorf aus soll 1250 km im Dreieck geflogen werden! Weiter im Osten sind bald die ersten

Wolkenfetzen zu sehen, 5D startet um 11:07, 1D um 11:15. Die Aufwinde sind sehr kurzlebig und vom starken Wind zerrissen, doch mit dem Wind im Rücken geht es gut voran. Aber Vorsicht ist geboten jede Möglichkeit zum Höhengewinn muß genutzt werden. Nach einer halben Stunde habe ich einen bösen Tiefpunkt, im Hangflug muß ich fünf Anläufe nehmen um wieder Anschluß an die Thermik zu bekommen. Endlich wieder hochgerappelt fällt mir auf das 1D sich schon länger nicht gemeldet hat: "Theo wo steckst du?"; "im Acker", kommt es trocken zurück. Er hatte Pech, keinen Hang zum abwarten erreichen können, und war außengelandet. Alles heil, ich kann noch übermitteln, daß er glatt gelandet ist und mache mich dann allein weiter auf in Richtung Westen. Der weitere Flug verläuft bis tief nach Mittelfrankreich hinein ruhig und ohne große Schwierigkeiten, Segelflugzeuge bekomme ich nur ganz vereinzelt zu Gesicht, über Funk werden Wetterinformationen ausgetauscht und Lageeinschätzungen gegeben. Nur nach und nach wird deutlich, die typische Nord-Ost-Lage ist das nicht, die Luft ist zu trocken um die erhofften Wolkenstraßen entstehen zu lassen, der Wind kommt eher aus Ost-Süd-Ost. Aufgeben? Zurückfliegen?, ... , Nein. Rhein und Mosel sind schon überflogen, ich will weiter, neue Landschaften sehen und endlich auch im Segelflug erfliegen. Flüsse sollen heute meine Leitlinien, in diesem doch im Vergleich zu Deutschland, wenig strukturiertem und zersiedeltem Land sein. Meuse und Marne schlängeln sich unter mir, und doch, weiter im Süden sind jetzt deutlich besser entwickelte Wolkenformationen erkennbar. Ich lasse mich etwas treiben und erreiche bald die Loire. Aber irgendwie paßt diese Loire nicht in meine Karte, ich folge dem Fluß wie geplant, doch der Kompaß zeigt Süd fast Südost? Noch einmal ganz von vorn, die kleine Stadt, ja, der eingezeichnete Turm, auch, nur die Richtung und die große Flußbiegung passen nicht in diesen Kartenausschnitt! Den ganzen Fluß entlang findet sich kein mit der Landschaft übereinstimmendes Bild, ich muß unbemerkt nach Süden aus der Karte heraus geflogen sein. Also wieder nur nach Kompaß Richtung Westen, die Hauptrichtung etwas nach Norden korrigiert und weiter! Wertvolle Zeit ist verloren und ich weiß nicht genau wo ich

bin. Nach längerer Suche und einiger Unordnung, findet sich das schon gar nicht mehr an Bord geglaubte Kartenblatt, der südlicher gelegenen Regionen doch noch ein. Ein kurzer Blick der Loire entlang behebt alle Zweifel. Durch die bessere Wetteroptik angelockt, bin ich ca. 50 Km südlich der geplanten Route. Kein Problem, weiter, weiter... Issoudun und Chateauroux ziehen vorbei, und der Nachmittag auch! Der geplante Wendepunkt Amboise ist nicht anfliegbar, der Norden ist völlig blau und trübe, es geht nur Richtung West-Süd-West mit guter Entwicklung weiter. Fast unbemerkt war die Wolkenbasis deutlich angestiegen, es muß einmal länger gekreist werden um im oberem Drittel zu bleiben, die Wolkenuntergrenze ist in der letzten Stunde von knapp 1200 Meter auf fast 2000 Meter angestiegen, im Massiv - Central bilden sich große CB aus, der gut fliegbare Streifen ist ca. 60 - 70 Km breit. Ich komme wieder gut voran. Aber ein neues Ziel muß gesteckt werden, sonst fliege ich zu viel im Zickzack. Ist der Atlantik noch zu erreichen? Bis nach St. Jean d' Angely dem Flugplatz des letzten Sommerlagers sind es noch ungefähr 140 Km, doch es ist schon bald 19:00h und die Thermik läßt langsam nach. Ich beschließe möglichst auf einem Flugplatz zu landen, denn das gesteckte Ziel 1000 Km ist heute nicht mehr machbar. Poitiers ist näher, aber viel besser 25 Km von hier liegt Le Blanc; Brian Spreckley betreibt dort mit seiner Frau ein Segelflugzentrum. Le Blanc kann ich sicher im Gleitflug erreichen und komme gegen 19:15 h in fast 800 m dort an, die letzten 20 km bin ich durch ganz ruhige Luft geglitten und in der Umgebung kann ich kein Steigen mehr finden. Vor der Landung drehe ich noch einige Kreise über der kleinen Stadt und dem Flugplatz. Ich bin in klein England, niemand nimmt zunächst Kenntnis von dem einsamen Segler in der Bahn, doch schon bald ist alles arrangiert. Als erstes ein kühles Helles, dann telefonieren, Flieger verzurren, Barbecue und ein freies Bett. Alles da, perfekte englische Gastfreundschaft mitten in Frankreich.

Ich danke allen, die mir geholfen haben diesen unvergeßlichen Flug möglich zu machen, doch besonders Gonzo und Theo, denn die beiden haben mich über 1800 Km Straße zurückgeholt.

Michael Paul

## Bezirksmeisterschaften in Walldürn 1992

Nachdem sich die Wettbewerbsfliegerei in den vergangenen Jahren auf wenige Gruppenmitglieder beschränkt hatte, war der Ausbildungsstand der Gruppe in diesem Jahr so hoch, daß die Akaflieg mit nicht weniger als 6 Flugzeugen in Walldürn vertreten war.

Wir richteten uns auf dem Campinggelände recht großzügig ein. Ein eigener Kühlschrank erhöhte den Komfort erheblich. Der Spaß am Fliegen stand bei den Akafliegern deutlich im Vordergrund und so haben wohl die meisten diesen Wettbewerb als zusätzliches Fluglager angesehen. Die mangelnde Ernsthaftigkeit wurde uns dann auch von einigen anderen Wettbewerbsteilnehmern angelastet. So war unser Ruf schon ruiniert, als wir mit fünfminütiger Verspätung zum Eröffnungsbriefing erschienen.

Für die meisten Akaflieger waren die Bezirksmeisterschaften der erste Wettbewerb und ohne entsprechende Erfahrung liefen die ersten Tage alles andere als reibungslos ab. Wenigstens sind die Akaflieger traditionell im Auf- und Abrüsten sehr geübt, so daß wir hier mithalten konnten. Die Organisation von Wasserballast und taktische Flugvorbereitung war nur begrenzt möglich. Der Hauptgrund hierfür war sicherlich auch, daß außer den Piloten meistens nur ein einziger Helfer als "Mannschaft" zur Verfügung stand und wir froh waren, wenn wir zur Startzeit alle Flugzeuge rechtzeitig an den Start gebracht hatten. Ein paar mehr Helfer hätten hier sehr gut getan. In H. Reichmanns Buch "Streckensegelflug" steht zum Thema Mannschaft auf dem Wettbewerb in nicht unbedingt ernstzunehmender Weise geschrieben: "Die wirklich ideale Mannschaft kann man sich ungefähr so ausmalen: Unter der Vielzahl ihrer vorzüglichen Eigenschaften fallen einige ganz besonders auf. So ist sie zunächst ungeheuer genügsam, frei von allen persönlichen Ansprüchen, umsichtig und fleißig, erledigt alle größeren und kleineren Aufgaben, noch bevor der Pilot diese überhaupt bemerkt, ist grundsätzlich gut gelaunt und mit ihrem Piloten vollauf zufrieden. Schneidet er einmal schlecht ab, weil er unverzeihliche Fehler begangen hat,

so äußert sie höchstens Anteilnahme am schicksalhaften Mißgeschick des Piloten, tröstet, blickt voll Optimismus auf den nächsten Tag und achtet noch mehr darauf, daß alles wie am Schnürchen klappt. Obwohl sie inzwischen viel vom Wettbewerbsfliegen versteht, beschränkt sie sich auf Dienstleistungen in jeder Hinsicht. (...) Die ideale Mannschaft ist demnach offensichtlich weiblich..."

Das Wetter während des Wettbewerbs läßt sich als durchwachsen bezeichnen. So gab es denn in der Clubklasse auch nur drei Wertungstage, in den anderen Klassen vier. Nach der ganzen Hektik am Boden war die Fliegerei eine willkommene Erholung. Auch wenn die von der Wettbewerbsleitung gestellten Aufgaben oft zu groß erschienen, haben wir großartige Flüge gehabt. Im Wettbewerbsfeld sind oft viel höhere Leistungen möglich, als man sich alleine zutrauen würde. Für die Akaflieger endeten die Flüge allerdings in den seltensten Fällen auf dem Walldürner Flugplatz. Hier schlug das Problem der nicht vorhandenen Helfer entsprechend stärker zu. Während die anderen Piloten am Grill saßen waren die Akaflieger noch lange unterwegs um die anderen wieder einzusammeln.

Obwohl die Akaflieger nicht besonders glorreich abschneiden konnten, haben wir doch gewonnen, nämlich an Erfahrung !!! Mir persönlich brachte die Teilnahme an den Bezirksmeisterschaften die Qualifikation für die Hessischen Landesmeisterschaften '93, was allerdings keine große Leistung war, da es genausoviel Qualifikationsplätze wie qualifizierbare Teilnehmer gab.

In jedem Fall möchte ich in Zukunft weiter an Wettbewerben teilnehmen, da Walldürn mir fliegerisch sehr viel gebracht hat. Ich denke, daß sich auch die anderen Akaflieger in Zukunft wieder häufiger auf Wettbewerben sehen lassen werden.

Stephan Kablitz

# Auslegung eines Motorsegelflugzeuges unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Lärmgesichtspunkten

Auslegung eines Motorsegelflugzeuges unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Lärmgesichtspunkten

Der Beitrag beschäftigt sich mit der Entwicklung eines neuartigen Antriebskonzeptes und der Auslegung der Zelle eines Motorsegelflugzeuges. Ziel ist eine Konfiguration, die gute Segelflug- mit entsprechenden Motorflugleistungen verbindet und so die Vorteile von Segelflugzeugen mit einklappbarem Triebwerk mit denjenigen von konventionellen Motorflugzeugen mit Bugtriebwerk kombiniert, ohne deren spezifische Nachteile zu übernehmen. Ganz besonderer Wert wird auf eine gegenüber üblichen Motorseglermustern deutlich verbesserte Umweltverträglichkeit (Lärm, Abgase) sowie auf eine einfache und somit sichere Bedienung gelegt. Erreicht werden soll dies durch einen bewußten, geringfügigen Verzicht auf Segelflugleistungen im Vergleich zu Motorseglern mit Klapptriebwerk.

## Entwurf der Zelle

Bei der Entwicklung des neuen Flugzeugkonzeptes wurde zunächst der Benutzerkreis und damit der Verwendungszweck festgelegt. Hieraus ergab sich ein umfangreicher Forderungskatalog aus der Nutzung des Flugzeugs, der sich auf eine geringere Anzahl technischer Forderungen reduzieren ließ.

Anschließend wurden die folgenden, bereits verwirklichten, Motorsegler auf ihre Eignung hin untersucht:

\* Die C-10 der Akaflieg Chemnitz, ein historisches Flugzeug mit um die Rumpfröhre umlaufender Luftschraube.

\* Der "Mose" von Wolf Hirth, ein ebenfalls historisches Flugzeug mit einem in den Rumpf einklappbaren Propellerausleger und einem im Rumpf eingebauten Motor.

\* Die G-109, ein moderner Motorsegler in Faserverbundbauweise und mit Bugtriebwerk. Dieser Flugzeugtyp repräsentiert den auf die Forderungen des Motorflugs optimierten

Motorsegler.

\* Der Motor-Janus, ein moderner Vertreter des eigenstartfähigen Segelflugzeuges, bei dem das komplette Triebwerk aus dem Rumpf ausgefahren wird.

\* Die Stemme S-10. Dieser Flugzeugtyp kombiniert ebenso wie die hier angestrebte Antriebskonfiguration gute Segelflug- mit guten Motorflugleistungen. Er erreicht dies durch einen in die Rumpfspitze einfaltbaren Propeller.

Keines der betrachteten Konzepte erfüllt jedoch den Forderungskatalog in idealer Weise, so daß sich die Entwicklung einer neuen Konfiguration als notwendig erwies.

Dieses im Bild gezeigte Motorseglerkonzept zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

\* "Side-by-side" Doppelsitzer mit einem aus der D-41 abgeleiteten Rumpf.

\* Einem Segelflugzeug entsprechende Konfiguration.

\* Einbau eines wassergekühlten und abgasentgifteten 4-Takt-Motors der Fa. BMW in das Rumpfmittelstück.

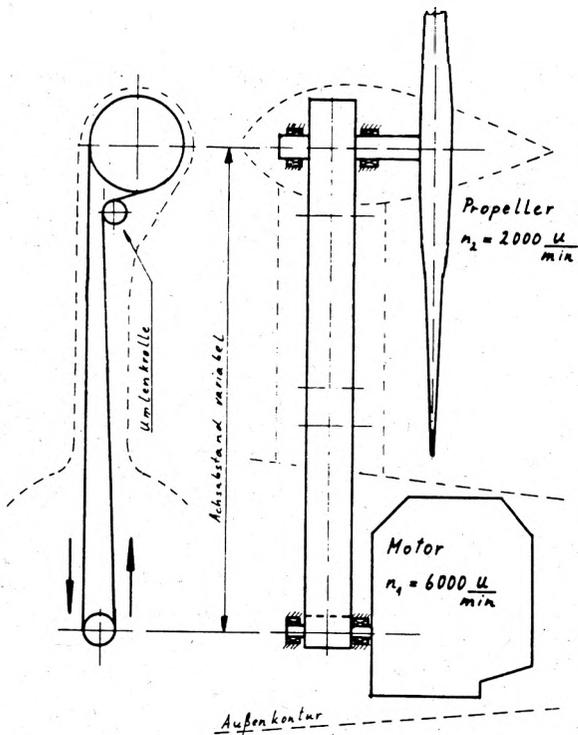
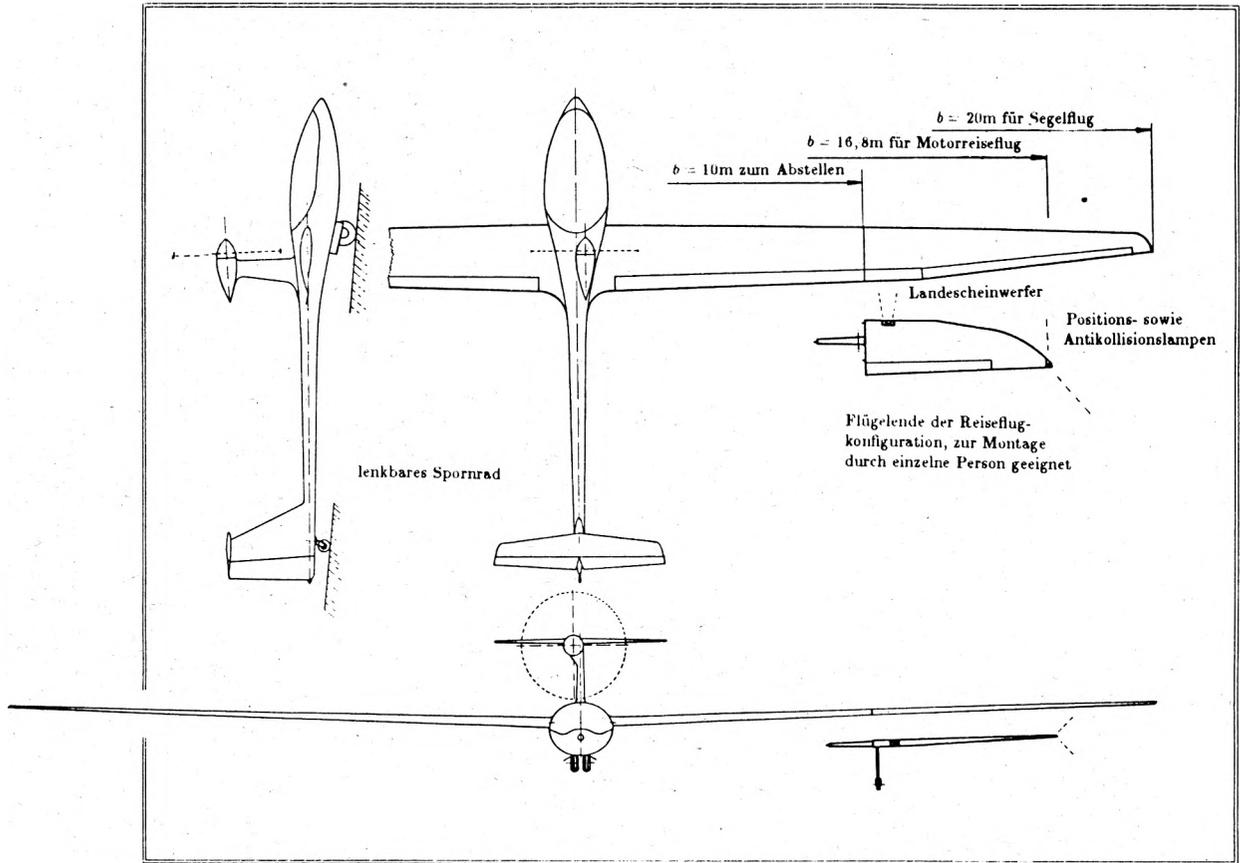
\* Anordnung eines Constant-Speed-Propellers über dem Rumpf im Bereich des Flügels auf einem Pylon. Propeller und Pylon können am Boden mit wenigen Handgriffen demontiert werden.

- Einfache Anpassung an unterschiedliche Anforderungen durch austauschbare Flügelenden:

- Lange Flügelenden für den Segelflug (Spannweite 20m).

- Kurze Flügelenden für den Motor-Reiseflug (Spannweite 16,8m). Sie sind zusätzlich mit Stützrädern ausgestattet.

\* Platzsparendes Abstellen ohne Außenflügel (Spannweite ca. 10m).



Prinzip der Kraftübertragung

### Antrieb

Der Leistungsübertragung auf den Propeller und der Anpassung der unterschiedlichen Drehzahlen dient ein Riemengetriebe (siehe Bild links), dessen technische Realisierung geklärt ist.

Bei der Untersuchung von Einflüssen der durch den Propellerschub verursachten zusätzlichen Momente zeigte sich, daß keine Probleme bezüglich der Stabilität und Steuerbarkeit zu erwarten sind. Da der Propeller die wesentliche Lärmquelle an dem neuen Flugzeug darstellt, wurde diesem Problem besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Der Vorschlag eines lärmoptimierten Propellers faßt, ausgehend von den physikalischen Grundlagen des Propellerlärms, verschiedene Methoden der

Geräuschminderung zusammen:

\* Größerer Durchmesser (1,8 m), geringe Drehzahl (1500 --- 2000 U/min).

\* Verwendung von Gelenken in der Blattwurzel (Faltpropeller) die eine Schlagbewegung ermöglichen.

\* Erhöhung der Anzahl der Propellerblätter (bis 5).

\* Ungleiches Anordnen der Propellerblätter am Umfang, um eine Drehsymmetrie zu vermeiden.

\* Verstellbarer Blatteinstellwinkel (Constant-Speed)

In Verbindung mit der Verwendung des wassergekühlten Motors sowie seiner Katalysatorauspuffanlage kann von, im Bereich des Motorsegelfluges unerreichten, Lärmwerten von 50 bis 55 dB(A) ausgegangen werden.

Bei der Berechnung der zu erwarteten Segelfugleistungen wurde von einer handelsüblichen 3-Blatt-Luftschaube ausgegangen, deren Widerstand in Segelstellung aus den Daten einer Freiflugmessung mit unserem Motorsegler D-39b ermittelt wurde.

Die Änderung der Segelfugleistungen gegenüber dem Hochleistungsdoppelsitzer "Janus" lassen sich wie folgt beziffern:

1. Erhöhung der Mindestgeschwindigkeit um 4km/h aufgrund der höheren Flächenbelastung.

2. Zunahme des minimalen Sinkens von 0,6m/s auf 0,7m/s.

3. Verminderung der besten Gleitzahl von 42,5 auf 39.

4. Keine Änderung der Flugleistung im höheren Geschwindigkeitsbereich. Hier gleichen sich die Vorteile der erhöhten Flächenbelastung und die Nachteile durch den zusätzlichen Widerstand aus.

Die Einbußen an Segelfugleistungen fallen trotz des starren Pylons wesentlich geringer aus als erwartet, so daß davon ausgegangen werden kann, daß der neue Motorsegler Leistungen ähnlich der D-38 aufweisen wird.

Die Berechnung der Motorflugleistungen erforderte die Ermittlung der Schubkurve des Propellers sowie des durch die Kühlung verursachten Widerstands. Infolge der hohen aerodynamischen Güte beträgt die Reisegeschwindigkeit, abhängig von der Konfiguration, ca. 260 km/h. Die berechneten Steig- und Startleistungen ähneln mit 3,4 m/s

bei maximaler Zuladung denjenigen vergleichbarer Motorsegler.

Aufgrund der überlegenen Reisegeschwindigkeit, der durch die Stützräder und das lenkbare Spornrad guten Bodenhandhabung sowie einer durch den geringen Verbrauch und die hohe Zuladung möglichen größeren Reichweite stellt der neue Motorsegler auch ein ausgezeichnetes zweisitziges Reiseflugzeug dar, das auch den Vergleich mit weitaus stärker motorisierten Sportflugzeugen nicht zu scheuen braucht.

Durch die konsequente Betrachtung von Lärm- und Abgasaspekten bereits in der Konzeptphase des Flugzeugentwurfs wird sich der Betrieb dieses neuen Motorseglers durch eine bislang unerreichte Umweltverträglichkeit auszeichnen, so daß die Lücke zwischen dem allgemein gestiegenen Umweltbewußtsein und der bei heutigen Leichtflugzeugen eingesetzten Technologie wieder geschlossen wird.

Datenblatt		
Verwendung:	Reise	Segelflug
Besatzung:	2	2
Spannweite:	16,8 m	20 m
Flügelfläche:	16 m <sup>2</sup>	17,30 m <sup>2</sup>
Rüstmasse:	ca. 510 kg	ca. 510 kg
Zuladung:	350 kg	350 kg
beste Gleitzahl (m=715kg):		ca. 39
bei:		105 km/h
geringstes Sinken:		ca. 70 cm/s
bei:		77 km/h
Reisegeschw. (m=813 kg):	ca. 260 km/h	
max. Steigen (m=850 kg):	ca. 3,4 m/s	
bei:	90 km/h	
Startstrecke H=15 m:	ca. 400 m	
Verbrauch (V=260 km/h):	21 l/h	
Reichweite:	2000 km	
Lärm (h=150m):	< 55 dB(A)	

Datenblatt

Frank Thurecht

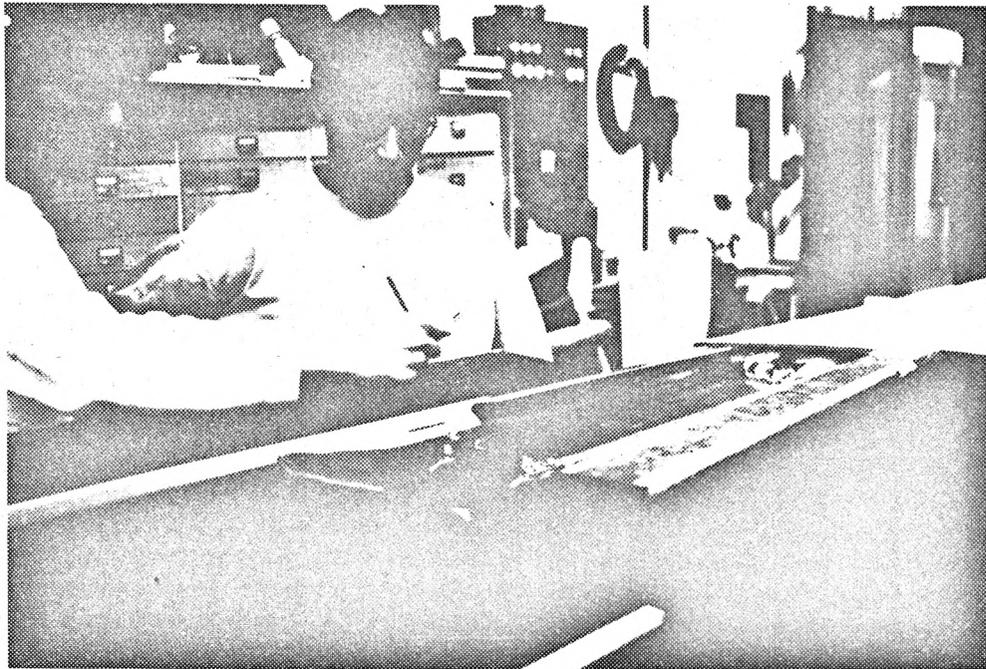
## Nachruf

Bei dem Absturz am 8. April 1992 verloren unsere beiden Freunde Michael Rufflar und Harald Strache ihr Leben.

Am Nachmittag des 8. April waren die beiden mit dem Motorsegler RF-5 in Egelsbach mit dem Ziel Oerlinghausen gestartet. Nach etwa 20 min Flugzeit kam es zum Absturz in der Wetterau, nahe Friedberg. Nach den Berichten der Sachverständigen des LBA war der linke Tragflügel vom Flugzeug in ca. 300m Flughöhe abgebrochen. Bei dem Motorsegler handelte es sich um ein Serienflugzeug der Firma Sportavia. Das Flugzeug wurde seit 1969 von der TH-Darmstadt und der Akaflieg betrieben.

Michael kam 1986 zur Akaflieg. Er

arbeitete an der Fertigstellung der D-40, bevor er sich mit zwei Studienarbeiten, dem neuen Projekt der D-41, zuwendete. Sein großes Engagement in der Realisierung dieses Projektes ließ ihn zum Projektmanager werden. Neben seiner Projektarbeit führte er im Laufe der Jahre die Tätigkeit als Fluglehrer und als Vorstand aus. Durch seinen Fleiß, Zuverlässigkeit und Zielstrebigkeit wurde eine ganze Akafliegergeneration geprägt. Sein Leben war in Darmstadt, neben dem Studium, ganz auf die Akaflieg gerichtet. An den alljährlichen Treffen der Idaflieg hielt er regelmäßig Vorträge und leistete auch dort wertvolle Arbeit.



Michael flog bereits seit vielen Jahren bevor er zur Akaflieg kam. Er war ein erfolgreicher Streckenflieger und konnte 1989 die Deutsche Meisterschaft in der Doppelsitzerklasse mit Herbert Leykauf gewinnen. Mit dem Gewinn dieser Meisterschaft war er auch Gewinner des Barron Hilton Cups.

Harald war seit Oktober 1991 in der Akaflieg tätig. Er kam zu uns als gelernter Flugzeugbauer. Durch sein großes Fachwissen und handwerkliches Geschick leistete er wertvolle Arbeit. Sein enormer Einsatz trieb viele Arbeiten schnell voran. Seine nette, sympathische, sonnige Art ließen alle

Arbeiten in der Werkstatt abwechslungsreicher werden. Als erfahrener Pilot und guter Streckenflieger sollte er sein Wissen auch an Flugschüler weitergeben. So besuchte er im März des Jahres den Fluglehrerlehrgang in Oerlinghausen, um im Anschluß als Fluglehrer bei der Akaflieg tätig werden zu können.

Der Unfall erschütterte uns alle schwer. Der gute Zusammenhalt in der Gruppe erleichterte die tiefe Trauer und den schweren Verlust. Wir werden unsere beiden Kameraden in bester Erinnerung behalten.

Jan Arent

## Die aktiven Darsteller

### Mitglieder:

Ali Aminian  
Jan Arent  
Claus Bauer  
Volker Eichenlaub  
Peter Erb  
Stephan Kablitz  
Gundo Kaczmarek  
Marcus Knoth  
Dietmar Müller  
Michael Paul  
Jutta Reidenbach  
Cristoph Reuter  
Joachim Röhler  
Matthias Schäfer  
Roland Schlag  
Marin Schouten  
Bernhard Schrimpl  
Manfred Schröder  
Rainer Schroeder  
Gerhard Tauscher  
Theoderich Terving  
Thomas Weinheimer  
Jochen Wild  
Udo Winkler

### Studienfach:

Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Flugzeugbaumeister  
Maschinenbau  
Mechanik  
Wirtschaftsingenieurwesen  
Wirtschaftsingenieurwesen  
Mechanik  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Maschinenbau  
Wirtschaftsingenieurwesen  
Maschinenbau  
Elektrotechnik  
Geologie  
Mathematik  
Maschinenbau  
Maschinenbau

### Rufnamen:

Ali  
Kaiser  
Claus  
Stier  
Chio  
Jemand  
Gundo  
Magnum  
Shilo  
Michael  
Jutta  
Wastel  
Jojo  
Matthias  
Laro  
Maren  
Spüli  
Manfred  
Keiner  
Gerhard  
Theo  
Willi  
L2  
Flex

### ihr Studium haben beendet:

Rainer Herd  
Andreas Hößler  
Harald Rausch  
Achim Strauß  
Frank Thurecht

Dipl.-Geologe  
Dipl.-Ing. Maschinenbau  
Dipl.-Ing. Maschinenbau  
Dipl.-Ing. Maschinenbau  
Dipl.-Ing. Maschinenbau

### Vorstand:

1991-92

1. Vorsitzender:  
2. Vorsitzender:  
Kassenwart:  
Geschäftsführer:

Volker Eichenlaub  
Udo Winkler  
Manfred Schröder  
Michael Paul

1992-93

1. Vorsitzender:  
2. Vorsitzender:  
Kassenwart:  
Geschäftsführer:

Jan Arent  
Bernhard Schrimpl  
Stephan Kablitz  
Michael Paul

# Sponsoren

An dieser Stelle möchten wir nicht versäumen, den Firmen zu danken, die in den letzten Jahren unsere Arbeit mit Sach- und Finanzmitteln unterstützt und z.T. erst ermöglicht haben (Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit). Besonders möchten wir uns bei der Technischen Hochschule Darmstadt für die erhebliche Unterstützung durch Zurverfügungstellen der Räumlichkeiten und die Anstellung eines Flugzeugbaumeisters bedanken.

Außerdem wird uns in großem Maße von den Freunden der Technischen Hochschule Darmstadt durch geholfen; vielen Dank.

Weiterer besonderer Dank gilt der Stadt Darmstadt und dem Land Hessen für die Förderung durch Bereitstellung von finanziellen Mitteln.

durch Spenden haben uns folgende Firmen gefördert:

Ackermann u. Schmitt KG, Stuttgart  
Adolf Ackermann Werkzeugfabrik, Remscheid  
AEG Aktiengesellschaft, Frankfurt  
AEG Olympia Office GmbH, Wilhelmshaven  
Agfa-Gevaert AG, Leverkusen  
airo chemie, Langenfeld  
AKO-Werke, Kisslegg  
AKZO Coatings GmbH, Stuttgart  
Josef Albrecht Bohrfutterfabrik, Esslingen  
ALCATEL, Koblenz  
an Haack, Dortmund  
analog devices GmbH, Karlsruhe  
Application Systems, Heidelberg  
Arau GmbH, Schorndorf  
Arntz Werkzeugfabrik, Remscheid  
ASK Kugellagerfabrik, Korntal-Muenchingen  
Atari Computer, Schwalbach  
Auergesellschaft GmbH, Frankfurt  
Auwaerter GmbH, Stuttgart  
Aviostar GmbH, Dahlem  
AWUKO Schleifmittelwerk, Hann. Münden  
Wilhelm Baecker GmbH, Remscheid  
Willi Baerhausen GmbH, Lauterbach-Hessen  
Bansbach-Präzision, Lorch  
BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen  
Verlag W. Sachon, Mindelheim  
Bechtold GmbH & Co., Rottweil  
August Beck GmbH & CO., Winterlingen  
Beiersdorf AG, Hamburg  
Theo Benning GmbH & Co., Bocholt  
Bessey & Sohn GmbH & Co., Bietigheim-Bissingen  
BLAX Werkzeuge KG Wezel & Co., Maulbronn  
Bieler GmbH & Co. KG, Mettmann  
Bilstein GmbH & Co. KG, Ennepetal  
Alexander Binzel GmbH & Co. KG, Gießen  
Theodor Blang GmbH, Rosengarten  
Bodenseewerk Geräetetechnik GmbH, Ueberlingen  
Blomberger Holzindustrie, Blomberg  
BMW Sparte Motorrad, Berlin  
Ernst Bock & Sohn, Bechhofen

Boehler Hobbywerkzeug, Denzlingen  
Boellhoff GmbH, Bielefeld  
Wolfgang Boersch, Remscheid-Lennen  
Robert Bosch GmbH, Stuttgart  
brotek Hartmetallwerkzeuge, Riederich  
Bremicker & Soehne, Wetter  
F.A. Brockhaus, Greven  
Camloc GmbH, Kelkheim  
CANAPA Verpackungstechnik, Einbeck  
Caramba Chemie GmbH, Duisburg  
Carborundum GmbH, Duesseldorf  
Carobronze GmbH, Nuernberg  
Chemische Fabrik Freising  
CHEM-TEC, Muehlheim-Kaerlich  
Ciba-Geigy GmbH, Wehr/Baden  
Cimco-Werkzeugfabrik, Remscheid  
Citius Buerotechnik, Augsburg  
C&K Components GmbH, Neuried  
Clarkson GmbH, Duesseldorf  
colora GmbH, Frankenthal  
COMP-ACT, Kelsterbach  
Conrad Electronic GmbH, Hirschau  
The Cooper Group GmbH, Besigheim  
Copy-Center, Darmstadt  
Coroplast Fritz Mueller KG, Wuppertal  
C. Cramer GmbH, Heck-Nienborg  
DAV-Verlagshaus, Darmstadt  
Degussa AG, Frankfurt  
DELU-Fabrik, Bad Honnef  
Desoutter GmbH, Maintal 3-Hochstadt  
DE-STA-CO GmbH, Frankfurt  
Deutsche Acheson GmbH, Ulm  
Deutsche Goodyear, Koeln  
Deutsche Star GmbH, Schweinfurt  
DIBO Ramcord GmbH & Co., Wuppertal  
Friedrich Dick GmbH, Esslingen  
Walter Dittel GmbH, Landsberg/Lech  
Duesseldorfer Messegesellschaft mbH  
NOWEA Dunlopillo, Hanau  
Durbal GmbH, Oehringen  
J.N. Eberle & Cie. GmbH, Augsburg  
Adolf Edelhoff GmbH & Co., Iserlohn  
Edmont europe, Worms  
Chr. Eisele GmbH & Co. KG, Koengen  
ELBO GmbH & Co. KG, Solingen  
Elektra Beckum GmbH, Meppen  
Helmut Elges GmbH, Bielefeld  
Elring GmbH, Bietigheim-Bissingen  
Elsass-Schleifmittel GmbH & Co., Bochum  
Ernst Sachs GmbH & Co. KG, Wertheim  
ESAB GmbH, Solingen ETA, Altdorf bei Nuernberg  
Euler Arbeitssicherheit, Bischofsheim  
A.W. Faber-Castell GmbH & Co., Stein  
FAG Kugelfischer, Schweinfurt  
Richard Felde GmbH & Co. KG, Remscheid

Feldmann GmbH, Griesheim  
Feldmuehle AG Schleifmittel, Wesseling  
Felo-Werkzeugfabrik, Neustadt  
FESTO Pneumatic KG, Esslingen  
Wilhelm Fette GmbH, Schwarzenbek  
Fichtel & Sachs GmbH, Eschborn  
FLOTT GmbH & Co., Remscheid  
Flow Systems GmbH, Darmstadt  
Fraenkische Hartpapierwaren, Neuhaus/Peg.  
Frankenjura-Industrie, Erlangen  
Friweg Werkzeug GmbH & Co., Hamburg  
G-ELIT Praezisionswerkzeuge, Berlin  
Gedore Werkzeugfabrik, Remscheid  
Josef Gentil KG, Darmstadt  
Gertus Werkzeugfabrik, Wuppertal  
GESIPA Blindniettechnik, Walldorf  
Getawerk Gebr. Teipel, Attendorn  
Glaser-Dirks Flugzeugbau GmbH, Bruchsal  
Gleistein & Sohn, Bremen  
Goldwell GmbH, Darmstadt-Eberstadt  
Grob-Werke GmbH & Co. KG, Mattsies  
Guenther & Co. GmbH & Co., Frankfurt  
Gutekunst & Co., Metzingen Hagen  
Batterie AG, Soest  
Willi Hahn GmbH & Co. KG, Schonach  
Hahn & Kolb GmbH & Co., Stuttgart  
Hallbauer Metallwarenfabrik GmbH, Viernheim  
HAMEG GmbH, Frankfurt  
Hansa-Technik GmbH, Hamburg  
Harth & Seifert, Groessenlueder  
Paul Hartmann AG, Heidenheim  
Hartner GmbH & Co. KG, Albstadt  
HAWERA Probst GmbH, Ravensburg  
Hella KG Hueck & Co., Lippstadt  
HERBA-Werkzeugfabrik, Remscheid  
HERTEL AG, Fuerth/Bayern  
Herzing & Schroth GmbH & Co., Obertshausen  
Hewlett Packard, Bad Homburg  
Heyco-Werk Heynen GmbH & Co. KG, Remscheid  
Hirschmann GmbH, Fluorn-Winzeln  
Hoechst AG, Frankfurt  
Hoernell Speedglas, Kleinostheim  
Alfred Honsel, Froendenberg/Ruhr  
Huebner Elektronik KG, Wilnsdorf  
Hybrid Systems GmbH, Darmstadt  
IBG Monforts & Reiners, Moenchengladbach  
IHG Gleitlager GmbH, Heilbronn  
IKS-Produkte, Wilnsdorf  
ILIX-Praezisionswerkzeuge, Frankfurt/Main  
INA Waelzlager Schaeffler KG, Herzogenaurach  
Industrie-Schutz-Produkte GmbH, Lueneburg  
Interglas-Textil GmbH, Ulm  
Ismet, Schweningen  
kabelmetal electro GmbH, Nuernberg  
Kabelwerke Reinshagen, Wuppertal

Kaechele-Cama Latex GmbH, Eichenzell  
Kerb-Konus-Gesellschaft, Schnaittenbach  
Klebebaender International, Wuppertal  
Erwin Klein Arbeitsschutz, Stuttgart  
C. Klingspor GmbH, Haiger  
Korodin GmbH, Nuernberg  
Heinrich C. Kosmeier GmbH, Essen  
Walter Kosteletzky KG, Weingarten  
Heinrich Kreeb GmbH, Goepingen  
Kress-elektrik GmbH & Co., Bisingen  
KRUPP Stahl Handel, Frankfurt  
KRUPP Widia, Essen  
Kurz GmbH, Bietigheim  
Louis Leitz, Eschborn  
Lessmann GmbH, Oettingen  
Heinrich Liebig GmbH, Pfungstadt  
August Loehner GmbH & Co., Remscheid  
Ludwig Loeser KG, Speyer  
H. F. Loewer GmbH, Wuppertal  
London Rubber Company, Moenchengladbach  
F. W. Lueling KG, Wetter  
Deutsche Lufthansa AG, Frankfurt  
Fa. Lukas Erzett, Engelskirchen  
3M Deutschland GmbH, Neuss  
Andreas Maier, Schwendl-Hoerenhausen  
Manertz & Becker GmbH & Co. KG, Wuppertal  
Mank GmbH, Langenhagen  
Mapa GmbH, Zeven  
MBB, Speyer  
Mecaplex AG, Grenchen/Schweiz  
meflex Telecontrol, Ehringshausen  
megro, Wesel  
Emil Mehle GmbH & Co. KG, Goettingen  
Val Mehler AG, Fulda  
E.W.Paul Menschel GmbH, Plettenberg  
menzerna-werk, Karlsruhe  
Mercedes-Benz AG, Stuttgart  
Messer Griesheim GmbH, Frankfurt  
Metrawatt GmbH, Nuernberg  
Mettler-Waagen GmbH, Gießsen  
Misco EDV-Zubehoer GmbH, Moerfelden-Walldorf  
monta Klebebandwerk, Immenstadt  
NAXOS-UNION, Butzbach  
P. Nikola GmbH, Waiblingen  
Nilco-Reinigungsmaschinen GmbH, Muehlacker  
Nordschleif Christiansen & Co., Hamburg  
Norton GmbH, Wesseling  
Novasol Klebetechnik GmbH, Krefeld  
Olympia GmbH, Frankfurt  
OMYA GmbH, Koeln  
Opel AG, Ruesselsheim  
OPTAC GmbH, Roedermark  
ORIS Metallbau KG, Moeglingen/Ludwigsburg  
Osborn International, Burgwald  
Georg Ott Werkzeug- und Maschinenfabrik, Ulm

Ott & Heugel, Oetisheim  
Albert Padberg GmbH & Co., Wuppertal  
Panasonic Deutschland GmbH, Hamburg  
Papierfabrik Nossen, Nossen/Sachsen  
Parat Werkzeugtechnik GmbH, Bad Cannstatt  
PECOLIT Kunststoffe, Schifferstadt  
PEDO GmbH & Co. KG, Solingen  
PFERD-Werkzeuge, Marienheide  
Phenolchemie GmbH, Gladbeck  
Philips GmbH, Aachen  
Phoenix AG, Hamburg  
Pirelli, Hilden  
Plansee TIZIT, Bad Urach  
Pneutec GmbH, Taunusstein  
Prototyp-Werke GmbH, Zell  
Proxxon GmbH, Niersbach  
Purolator Filter GmbH, Oehringen  
Paul Raeber, CH-Hildisrieden  
rambold Messgerät GmbH, Villingen-Schwenningen  
Rath Verpackung, Pluederhausen  
Friedrich Reber KG, Bopfingen-Oberdorf  
Richard Reuter Farbbandfabrik, Monheim  
Rex-Gummiwarenfabrik, Pfungstadt  
Richter Meßwerkzeugfabrik, Speichersdorf  
Ringier-Verlag GmbH, Muenchen  
Roeder Praezision GmbH, Egelsbach  
Roeder GmbH Sitzmoebelwerke, Frankfurt  
Roehm GmbH, Darmstadt  
Roehm GmbH, Sontheim  
Rolladen Schneider GmbH, Egelsbach  
Romulus Werkzeug GmbH, Wuppertal  
Rotpunkt Vertriebsgesellschaft, Zeulenroda  
rotring-werke Riepe KG, Hamburg  
4P Rube, Goettigen  
Ruebig Praezisionswerkzeuge, Muenchen  
ruja Jakobi-Chemie, Frickenhausen  
Rumold KG, Stuttgart  
Saegen-Mehring, Hockenheim  
Saltus-Werk Max Forst, Solingen  
Sander GmbH, Wuppertal  
SATA-Farbspritztechnik GmbH, Ludwigsburg  
Sauer Motorenbau, Ober-Olm  
Gebr. Schabert GmbH, Dinkelsbuehl  
Schaefer Shop GmbH, Betzdorf  
Schempp-Hirth Flugzeugbau GmbH, Kirchheim/Teck  
Scherber & Götz, Fürth i. Bay.  
Martin G. Scheufler GmbH, Stuttgart  
Carl Schlie KG, Uelzen  
Georg Schlitt GmbH & Co. KG, Frankfurt  
Georg Schmerler GmbH & Co. KG, Veitsbronn  
Schmid & Wezel, Maulbronn  
Ludwig Schneider Thermometer, Wertheim  
Schneider & Kern GmbH & Co. KG, Niedernhall  
Schroeder Schmirgelwerke GmbH, Hann. Muenden  
Fa. Friedr. Schuler, Muehlacker

Kugelfabrik Schulte & Co., Wermelskirchen  
Schwarzwaelder Textil-Werke, Schenkenzell  
Semperit, Gevelsberg  
Sensortec GmbH, Puchheim  
Deutsche Shell Chemie GmbH, Eschborn  
Sigri Elektrographit GmbH, Meitingen  
SKF GmbH, Schweinfurt  
Solida-Werkzeugfabrik, Remscheid  
Accumulatorenfabrik Sonnenschein, Buedingen  
Spoerle electronic GmbH, Dreieich  
Stahlblume-Metallsaegenfabrik, Remscheid  
Starcke GmbH & Co. Schleifmittelwerke, Melle  
Storchwerke GmbH, Wuppertal  
Karl Storz GmbH & Co., Tuttlingen  
Albert Strasmann Maschinenfabrik, Remscheid  
H. Streifeneder Flugzeugbau, Grabenstetten  
SUEKO-SIM Verbindungselemente, Schrozberg  
Otto Suhner GmbH, Bad Saackingen  
Supra-Verpackung GmbH, Koeln  
SWS-Schueler, Gingslkofen  
TBS Printware, Berlin  
Fritz Thaler jun., Solingen  
Theis Feinwerktechnik GmbH, Breidenbach  
THK Europe GmbH, Duesseldorf  
TRIUMPH-ADLER AG, Frankfurt/Main  
Tost GmbH Flugzeuggeraetebau, Muenchen  
Tox-Duebel-Werk, Bodman-Ludwigshafen  
Tyrolit Schleifmittel GmbH & Co., Muenchen  
Uniplast Knauer GmbH & Co. KG, Dettingen  
Uvex Winter Optik GmbH, Fuerth  
Varta Batterie AG, Hannover  
Vaupel GmbH, Biedenkopf-Wallau  
Verbindungselemente Vertriebs-GmbH, Froendenberg  
VBW, Remscheid  
Deutsche Veedol GmbH, Hamburg  
Vorwerk & Co. Moebelstoffwerke, Kulmbach  
Wolfgang Walter GmbH, Darmstadt  
Working Title GbR, Bonn  
Wanfrieder Schmirgelwerk KG, Wanfried  
Weber-Werkzeug KG, Steinheim/Murr  
Westfaelische Gesenkschmiede GmbH, Breckerfeld  
Westfaelische Metall Industrie KG, Lippstadt  
Wevo-Chemie, Ostfildern  
WIKUS-Saegenfabrik, Spangenberg  
Eduard Wille GmbH & Co. KG, Wuppertal  
Gebr. Winter GmbH & Co. KG, Jungingen