

# **DORNIER**

---

## **Die Rolle des Testpiloten bei der Flugerprobung**

D. Thomas

Vortrag gehalten auf dem DLGR-Symposium  
„Angewandte Flugwissenschaften bei der Entwicklung des Alpha Jet“  
am 24. September 1981 in Darmstadt.

## EINLEITUNG

Dornier hat aus Tradition schon immer das einfache, solide, machbare Flugzeug vertreten.

Unsere einzige "Entgleisung" war die hochkomplizierte DO-31, die nach dem Entwicklungsstop 1969 die Entwicklungsabteilung und insbesondere den Flugversuch fast zum Zusammenbruch gebracht hätte.

Von Exoten hatten wir danach die Nase voll. Flugzeuge, zu deren Bedienung Piloten mit 4 Augen und 3 Händen notwendig sind, kann man immer noch nicht verkaufen - sie füllen auch nicht die Montagehallen der Firma.

Während der gesamten Entwicklung des Alpha-Jet hatten wir deshalb vorgegeben, ein Flugzeug zu kreieren, welches:

- zu verkaufen ist und in Serie gebaut werden kann,
- als Schulflugzeug
  - .sicher betrieben werden kann,
  - .an den Flugbereichsgrenzen harmlos bleibt,
  - .im normalen Flugbereich aber nicht zu einfach zu fliegen ist, um den Schüler genügend zu fordern und ihn auf die komplexen Kampf-  
flugzeuge der 3. Generation gut vorzubereiten.
  - .Die Möglichkeit zur Waffenausbildung war eine weitere Forderung.
- Als Kampfflugzeug mußte es
  - .einfach, d.h. nebenbei zu fliegen sein, damit sich der Pilot voll auf seine Einsatzaufgabe konzentrieren kann (Flugeigenschaften, Cockpitauslegung).
  - .Flugleistungen, welche die menschlichen Fähigkeiten überschreiten, waren zu vermeiden, da sie nur unnötige Kosten verursachen (Überschall,  $V_H > 550$  KIAS  $n_z > 7g$ ).
  - .Die Waffenablieferung war so zu verbessern, daß trotz der relativ geringen Waffenlast im Einsatz eine hohe Wirksamkeit zu erwarten war (erreicht durch modernes Visier, Mauser-Kanone etc.)

- Für beide Versionen war eine ganz wesentliche Forderung die Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit durch einfache Wartung, schnelle Austauschbarkeit von Teilen, etc.

Hier kam dem Alpha-Jet die verspätete Bestellung der Serie sehr entgegen, da wir in aller Ruhe mehr als 1000 kleinere und größere Änderungen in die Serie einfließen lassen konnten.

Heute, mitten in der Serienfertigung des Alpha-Jet ist bei der Flug-erprobung die größte Spannung überstanden und hat einer gewissen Erprobungsroutine Platz gemacht.

Aus der Vielzahl der gesammelten Daten über unser Flugzeug habe ich versucht, eine kleine Mischung zusammenzustellen, die sowohl die Studenten als auch die Spezialisten unter Ihnen zufriedenstellt.

## Aufgaben der Flugerprobung

Geht man davon aus, daß ein Flugzeug entwickelt wird, um anschließend in größerer Stückzahl verkauft zu werden, so läßt sich die Arbeit der Versuchsabteilung in 4 Hauptaufgaben unterteilen:

- Nachweis der gestellten Forderungen
- Serienreifmachung der Maschine
- Dokumentation der Ergebnisse
- Mithilfe bei der Vermarktung des Produktes.

Die nachzuweisenden Forderungen unterteilen sich wiederum in 3 Kategorien:

- Die Bauvorschrift der zivilen oder militärischen Zulassungsbehörde, zu deren Erfüllung im wesentlichen nachgewiesen werden muß, daß das Flugzeug sicher betrieben werden kann, d.h. daß es lufttüchtig ist.
- Die Technischen Lieferbedingungen, eine Art Kaufvertrag mit dem Kunden, wo das Flugzeug bis ins Detail definiert ist, einschließlich der Mindestleistungen.
- Der firmeninterne Vergleich der wirklichen Leistungen und Eigenschaften mit den theoretischen Voraussagen.  
Die sogenannte Erfahrung eines luftfahrttechnischen Entwicklungsbetriebes drückt sich darin aus, wie sicher seine theoretischen Voraussagen sind. Diese Erfahrung kann natürlich nur gewonnen oder erweitert werden, wenn ständig Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten anstehen und ein enger Kontakt zwischen Theorie und Praxis besteht.

Im Falle des Alpha-Jet hat sich die Luftwaffe erst sehr spät mit dem Flugzeug identifiziert, da man bis zum Schluß die Hoffnung hatte, die Maschine zugunsten einer amerikanischen Konkurrenz "abschießen" zu können.

Als sich die Luftwaffe echt mit dem Erdkämpfer Alpha-Jet auseinandersetzte, waren Zelle und Hauptsysteme im wesentlichen definiert. Lediglich Änderungswünsche zur Ausrüstung konnten noch berücksichtigt werden.

Die Serienreifmachung der Maschine erfordert vom Flugversuch eine intensive, möglichst einsatzrealistische Erprobung des Luftfahrzeuges, um Konstruktions- oder Konzeptmängel möglichst frühzeitig aufzudecken, um spätere, teure Änderungen an der Serienmaschine zu vermeiden. Notwendige Modifikationen müssen mit den Fachabteilungen erarbeitet und nacherprobt werden.

Die beiden Aufgaben: Nachweis der Forderungen und Serienreifmachung führen naturgemäß dazu, daß Flugversuchsleute in den Firmen nicht immer sehr beliebt sind; sie decken im Endeffekt Fehler auf, sprechen sie offen an und kritisieren damit die verantwortlichen Fachabteilungen.

Auch bei den Kunden oder der überwachenden Behörde sind aufgedeckte Fehler nicht besonders populär, erfordern sie doch jeweils schnelle, unbürokratische Entscheidungen, um das Versuchsprogramm nicht unnötig zu verzögern.

Gerade diese "kritikintensive Arbeit" mit der notwendigen schnellen Entscheidungsfindung stellen eines der Hauptprobleme bei der Neuentwicklung von Luftfahrzeugen in Deutschland dar, da die firmeneigenen Fachabteilungen nicht mehr gewöhnt waren, daß ihre Papierentwicklung zur "Hardware" wurde und damit die Stunde der "Wahrheit" schlug, wie wir oft den Flugversuch nennen. Auch für die Behörde war es ein Novum, die fertigen Flugzeuge nicht einfach "von der Stange" in den USA zu erwerben.

Inzwischen hat sich aber das "Entwickeln im eigenen Land" wieder eingespielt, man hat allerorts erkannt, daß hierbei der große Vorteil besteht, das Flugzeug sich ganz nach den eigenen speziellen Wünschen "stricken" zu können.

Zurück zu den 4 Hauptaufgaben der Flugerprobung:

Unter Dokumentation verstehen wir beim Flugversuch die Mitarbeit bei der Erstellung der Betriebs- und Wartungshandbücher, auch müssen Ablauf und Ergebnisse der Flugerprobung peinlichst genau aufgezeichnet und ausgewertet werden, um bei späteren Problemlösungen oder auch bei möglichen Weiterentwicklungen geforderte Daten schnell liefern zu können.

Die Mithilfe bei der Vermarktung ist eine oft unterschätzte Aufgabe des Flugversuchs. Solange es aber keine Serienmaschinen gibt, kann nur der Flugversuch die Maschine in der Luft und am Boden vorstellen. Auch kennt man am ehesten dort die wirklichen, "verkaufbaren" Leistungen und Eigenschaften der Maschine.

"Last not least" können erste Flugaufnahmen auch nur vom Flugversuch geliefert werden.

## Aufgaben des Testpiloten im Rahmen der Entwicklung

Während der Vorarbeiten in der Konzept- und Definitionsphase eines Programms sollte bereits ein Projektpilot ernannt werden, der bei der Festlegung des Einsatzrahmens mithilft.

Im Falle des Alpha-Jet reichten diese ersten Kontakte zurück bis in das Jahr 1968, also 5 Jahre vor dem Erstflug.

Damals holte man mich zu Dornier, da man von einem Fluglehrer wissen wollte, was denn das eigentlich sei, ein "gutes Schulflugzeug". Meine damaligen Aussagen und Vorschläge wurden beim Entwurf des Alpha-Jet weitgehend berücksichtigt und deckten sich auch zum großen Teil mit den ersten "Rahmenforderungen an ein künftiges Strahlschulflugzeug für Luftwaffe und Marine" vom Oktober 1968.

Viel Arbeit fällt für den Testpiloten ca. 1-2 Jahre vor dem Erstflug an, wenn es darum geht, das Cockpit attrappenmäßig zu definieren und die Systeme flugsicherheitsmäßig auszulegen und zu beurteilen.

Im Flugbetrieb hat er selbstverständlich das Flugzeug durch die Lüfte zu führen. Er legt dabei, natürlich in enger Zusammenarbeit mit den Flugversuchs- und Systemingenieuren, die Normal- und Notverfahren fest und erprobt sie.

Seiner klaren Beurteilung kommt hierbei besondere Bedeutung zu. Eine Fehlbeurteilung kann zu schlimmen Folgen bei der Entwicklung, Zulassung und Vermarktung führen.

Welche Aufgaben fallen nun dem Testpiloten im Rahmen des Flugversuchsteams zu?

- Als wichtigste Aufgabe für ihn ist die Überwachung der Flugsicherheit in der Flugerprobung zu nennen.
- Zu den gestellten Forderungen übernimmt er die qualitativen Aussagen über die Flugeigenschaften, wie sie die Bauvorschrift fordert. Diese Aussagen werden natürlich vom TUV, d.h. den Piloten der E-Stelle 61 oder des LBA, überprüft.

- Bei der Serienreifmachung ist er voll mit eingeschaltet bei der endgültigen Definition des Cockpits und bei der Verfolgung von Änderungen, die aufgrund von Flugeigenschaftsergebnissen notwendig werden.
- Zu der Dokumentation erstellt er zusammen mit dem Flugversuchsingenieur oder der Logistikabteilung das Flughandbuch mit Ausnahme der technischen Beschreibung und des Flugleistungsanhangs.
- In vorderster Front steht er bei der Vermarktung des Flugzeuges mit Vorträgen, Flugvorführungen und Kundenbeurteilungsflügen. Er muß die Konkurrenz kennen, auch muß er es verstehen, die Stärken des eigenen Flugzeuges herauszustellen, die Schwächen geschickt zu verdecken, ohne dabei unglaubwürdig zu werden.



## Der Alltag eines Testpiloten

Kommen wir zum Alltag eines Testpiloten, wie es beim Alpha-Jet praktiziert wurde.

Richtlinie für die Arbeit ist auch für ihn das Flugversuchsprogramm, auf das er keinen großen Einfluß hat, da es durch übergeordnete Faktoren bestimmt wird. Im Detail kann er Änderungen oder Ergänzungen vorschlagen. Kommt es aber zur Planung eines bestimmten Erprobungsabschnittes, so arbeitet er eng mit dem verantwortlichen Flugversuchingenieur zusammen, um ein logisches, sicheres Vorgehen festzulegen.

Werden dabei Fragen der Flugsicherheit angeschnitten, so hat er immer das letzte Wort, bzw. entscheidet, ob ein abschätzbares Risiko eingegangen werden kann oder ob ein anderes, vorsichtigeres Vorgehen, notwendig wird.

Zum einzelnen Flug wird auf Vorschlag des Flugversuchingenieurs vom Piloten kurz vor dem Flug handschriftlich ein Flugprogramm erstellt. Er hat dabei meist die Möglichkeit, einen Flugablauf zu kombinieren, der einmal den Flugsicherungsgegebenheiten Rechnung trägt, zum anderen seinem persönlichen Arbeitsstil angepaßt ist, auch kann dem herrschenden Wetter durch Kurzfristigkeit Rechnung getragen werden.

Vom langfristig vorgeplanten Testkartensystem halten wir bei Dornier nicht besonders viel, weil dem Versuchsteam die Spontanität und Eigeninitiative und die Möglichkeit zur kurzfristigen Programmanpassung genommen werden.

Handschriftlich wird das Programm deswegen erstellt, da sich jeder Pilot seine eigenen Kürzel erarbeitet hat, in einer Art, wie er sie beim kurzen Blick auf das Kniebrett im Flug am besten erfassen kann. Ist das Programm einmal festgelegt, so darf es natürlich auch bei uns während des Fluges vom Piloten nur nach radiodokumentierter Absprache mit dem Ingenieur geändert werden.

Im Falle von Notlagen oder zur Abwendung erkennbarer Gefahr ist der Pilot selbstverständlich ermächtigt, ja sogar verpflichtet, selbständig Programmänderungen zu entscheiden. Seine Entscheidung hat er nach dem Flug zu vertreten.

Nach jedem Flug gibt er in einer kurzen Nachflugbesprechung vor dem gesamten Versuchsteam seine ersten Eindrücke wieder, bevor ein Ingenieur überhaupt die Chance hat, diese Eindrücke zu modifizieren.  
- Ein sehr wichtiger Detailpunkt.

Der Flugversuchsingenieur bringt dieses Debriefing zu Papier. Dies, sowie das Flugprotokoll dient als Grundlage für den offiziellen (oft abgeschwächten) Flugbericht des Piloten.

Empfehlenswert und bei Dornier auch praktiziert, ist ein in unregelmäßigen Abständen verfaßter, zusammenfassender Pilotenbericht.

Neben dieser Routinearbeit verlangt die Verfolgung von notwendigen Änderungen im Cockpit die Pilotenaktivität. Auch muß das vorläufige Flughandbuch ständig auf dem laufenden gehalten werden.

Ein normales Entwicklungsprogramm verlangt deshalb vom Piloten ca. 10 Arbeitsstunden pro Flugstunde.

Eine recht traurige Bilanz für einen "flugbegeisterten Tiger".

Erleichternd war im Programm "Alpha-Jet" die enge unbürokratische Zusammenarbeit zwischen den deutschen und französischen Firmen-, E-Stellen- und Luftwaffen-Projektpiloten. Alle 6 hatten ihr Büro am Erprobungsort Istres; viele Probleme konnten dort bei einer Tasse Kaffee diskutiert werden. Zahlreiche Änderungen wurden so auf dem "kurzen Dienstweg eingeseget".

## Einzelaufgaben der Flugerprobung

### Flugbereichsöffnung

Bei den Flugbereichsöffnungsflügen interessieren im wesentlichen:

- der Nachweis der Strukturfestigkeit und Flatterfreiheit,
- die Flugeigenschaften und
- das Verhalten der Untersysteme, vor allem der Triebwerke.

Flugleistungen werden hierbei, sofern sie nicht automatisch mit anfallen, nur stichpunktartig überprüft.

### Flugleistungsermittlung

Die genaue Leistungsermittlung ist oft langwierig, da sie für alle denkbaren Außenlastkonfigurationen nachgewiesen werden muß.

Zur Erfüllung der Technischen Lieferbedingungen war für die Luftwaffe die gewichtskritische Konfiguration diejenige mit 6 Streubomben BL 755 und Kanonenbehälter. Leistungskritisch waren 2 Feuerbomben + 2 KZB + Pod.

Problematisch für die Basisversion war die gleichzeitige Erfüllung der Werte  $M = 0,82$  in 30.000 ft,  $V_{APP} = 121$  kt und gutmütiges Überziehverhalten.

Sollten Sie Flugberichte von der ersten Erprobungsphase in die Hand bekommen, so werden Sie feststellen, daß wir während der ersten 50 Flüge der 01 erheblich an der Flügelnase gearbeitet haben.

Auch das Höhenruder des Alpha-Jet mußte umfangreich modifiziert werden, besonders was die Kraftsimulation anbelangt, um die Eigenschaften sowohl für die Schul- als auch für die Erdkampfversion den Pilotenwünschen anzupassen. Das Schema des Höhensteuers zeigt den mechanischen Durchgriff vom Doppelsteuer bis zum Steuerungsservo. Dazwischengeschaltet ist das kinematische Verzerrgetriebe "Heini", das die Empfindlichkeit bei kleinen Steuerausschlägen verringert und über das ein unerwünschtes kopflastiges Nickmoment beim Einfahren der Landeklappen automatisch ausgeglichen wird.

Parallel zu diesem mechanischen Gestänge greift das Federpaket mit dem Trimmotor an.

Der Hebelarm zum Federpaket ändert sich im Flug staudruckabhängig über das System "Arthur".

Aufgrund der Kinematik läuft bei Geschwindigkeitserhöhung der Steuerknüppel leicht in Richtung Drücken, wodurch eine Auto-Trimmfunktion erreicht wurde. Diese entlastet den Piloten besonders bei Kampfmanövern wesentlich, da das lästige Trimmen entfällt. Die Bauvorschrift wird hiermit allerdings nicht mehr erfüllt, da sie die Geschwindigkeit als Stabilitätskriterium angibt und nicht die Anstellwinkelstabilität.

Die Änderungen während der Flugerprobung betrafen eine bessere Anpassung des Verzerrgetriebes "Heini", eine Änderung der Federpakete und des "Arthur", um sowohl bei niedriger Geschwindigkeit angenehme Steuerkräfte zu erzeugen und um bei höherer Geschwindigkeit das Höhensteuer noch genügend empfindlich zu haben ohne Risiko für die gefürchteten piloteninduzierten Nickschwingungen.

Ohne diesen "Arthur" wäre die Maschine bei  $V > 450$  KIAS nicht fliegbar. Zu einem Fast-Unfall kam es, als der "Arthur"-Ausfall bei einem Testflug simuliert wurde.

Ein weiteres Flugeigenschaftsproblem war bei den Luftbremsen zu lösen. In der ursprünglichen Konfiguration gab es beim Ausfahren der Bremsen ein starkes kopflastiges Nickmoment, wahrscheinlich hervorgerufen durch einen Venturi-Effekt zwischen den Klappen und der Rumpfoberseite. Erst als wir die Bremsklappenarme verlängert haben, trat diese Beanstandung nicht mehr auf.

### Dauer und Umfang der Flugerprobung

Bis zum Erstflug des ersten Serienflugzeuges am 3.11.1977 hatten bereits ca. 100 Piloten aus 15 verschiedenen Ländern die Maschine beurteilt.

442 Maschinen waren zu diesem Zeitpunkt bereits verkauft.

Die Flugerprobung begann am 26.10.1973.

Rechnet man das durchschnittliche Flugaufkommen von Oktober 1974 bis Juni 1976, als alle 4 Prototypen in der Erprobung waren, so kommen wir auf

2,25 Flüge pro Prototyp  
pro Woche  
im Jahresdurchschnitt.

Mit diesen Werten können wir uns durchaus auch im Vergleich mit unseren großen Brüdern in Amerika sehen lassen.

Rechnet man den Wert bei der F-16 aus, so werden dort

2,7 Flüge pro Prototyp  
pro Woche  
im Jahresdurchschnitt erreicht.

## Waffenerprobung

Lassen Sie mich hier nun näher auf die Waffenerprobung eingehen, da sie bei einem Kampfflugzeug doch von wesentlicher Bedeutung ist.

Wir unterscheiden von der Problematik her zwischen den Schußwaffen, den Rohr- und Raketenwaffen und den Abwurfaffen und Spezialbehältern, die einfach vom Flugzeug abgestoßen werden.

Für beide Waffenarten muß einmal der Flugbereich mit der angebauten Waffe, sowie der Funktionsbereich bei Schußwaffen oder der Abwurfbereich bei Bomben bestimmt werden.

Schußwaffen können dabei durch ihre Schockwellen oder die heißen Abgasstrahlen den Lufteinlauf der Triebwerke erheblich stören und dabei Triebwerke zum Pumpen bringen.

Die Abgasstrahlung von Raketen kann darüberhinaus auf Teile der Zelle treffen, wobei erhebliche Temperaturbeanspruchungen auftreten.

Bomben und abwerfbare Kraftstoffzusatzbehälter haben den Nachteil, daß sie oft sehr gute Flugkörper sind, die ab bestimmten Fluggeschwindigkeiten oder Anstellwinkeln nicht unbedingt nach unten fallen, sondern hinter dem Flügel hochsteigen, um dann das Leitwerk zu tuschieren oder einfach an der Flügelunterseite abrollen können.

Als Vorarbeiten zur Waffenerprobung des Alpha-Jet haben wir alle Abwurfaffen und Spezialbehälter im Windkanal erprobt und deren Abgangverhalten bei den vorgesehenen Fluggeschwindigkeiten und Anstellwinkeln untersucht. Der Einfluß des Lastvielfachen wurde über höhere Anstellwinkel simuliert.

Da diese Außenlasten meist abgesprengt werden, um von der Zelle genügend weit separiert zu werden, war es notwendig, die Waffen zuvor mit den vorgesehenen Kartuschen am Boden vom Flugzeug abzusprengen, um hier insbesondere die Reaktion auf den Flügel zu messen, die recht heftig sein kann.

Schußwaffen werden auch durch Bodenschießen voruntersucht, wobei es besonders kritisch ist, Raketen aus dem Stand zu schießen, da die Anfangsstabilisierung der Rakete durch die Fluggeschwindigkeit beim Verlassen des Rohres fehlt.

Nach mehreren Zwischenfällen, bei denen einige Raketen sehr kurz vor dem am Boden aufgebockten Flugzeug aufschlugen, müssen wir uns heute fragen, ob es bei dieser Waffe sinnvoll ist, die Erprobung am Boden zu beginnen oder nicht doch gleich im Flug zu schießen.

Wenn der Funktions- oder Abwurfbereich einer Waffe festliegt, kann mit der Vermessung der Waffentrajektorien begonnen werden. Daraus ergeben sich entweder die notwendigen Visierabsenkungen bei manuellen Visieren oder die kompletten Bahndaten als Eingabe für einen Waffenchner einer modernen Feuerleitanlage wie derjenigen des LNU-Alpha-Jet mit HUD.

## Trudeln

Solange Menschenhand die Flugzeuge führt, wird absichtlich oder unabsichtlich diese linke Flugbereichsgrenze, d.h.  $V_{\min}$ , unterschritten werden.

Das Resultat ist bei sogenannten

- gutmütigen Flugzeugen ein Abkippen mit selbständiger Rückkehr zu Normalflugbedingungen,

bei

- kritischen Flugzeugen ein Ausbrechen mit Übergang in eine "post stall gyration" oder allgemein ausgedrückt - TRUDELN.

Trudeln kann gefährlich sein, wenn es entweder in niedriger Flughöhe geschieht, wo zu wenig Raum zum Ausleiten vorhanden ist, oder wenn schnelle, oft unregelmäßig erscheinende Rotationen bei der Besatzung zu Disorientierung und falschen Ausleitmanövern führen.

Es muß daher das Bestreben der ganzen Luftfahrtgemeinde sein, ungewolltes Trudeln zu verhindern.

Zur Zeit werden 3 Methoden praktiziert, um Trudelunfälle zu vermeiden:

1. Das Verbot des Trudeln durch Vorschriften - wenig wirkungsvoll.
2. Trudelverhinderung durch technisch raffiniert ausgeklügelte sogenannte "spin prevention systems" - sehr wirkungsvoll, aber irrsinnig teuer.
3. Trudelunfallverhinderung durch Trudelausbildung und Flugübungen an der Flugbereichsgrenze.

Die Amerikaner haben nach den Vietnam-Erfahrungen inzwischen von Methode 1 auf Methode 2 umgeschaltet (188 "out of control"-Verluste). Was besser ist - Methode 2 oder 3 - wird die Zukunft zeigen, wenn die neuen amerikanischen Kampfflugzeuge wieder Kriegserfahrung gesammelt haben.

Wir in Europa, und speziell die Franzosen, halten zunächst an der Methode 3 fest und damit kommen wir zum Trudeltrainer "Alpha-Jet".



Wie Sie wissen, wollte die AA ein Schulflugzeug, mit dem die Trudelausbildung möglich ist. Es war daher ein reproduzierbares Trudelverhalten gefordert.

Aufgrund dieser sehr strengen Forderung war es möglich, daß in der Alpha-Jet-Definitionsphase auch der Dornier-Entwurf als Hochdecker mit tiefliegendem Leitwerk zunächst gegen Breguet und später gegen die 2 weiteren Konkurrenten gewinnen konnte.

Für die Erprobung haben wir aufgrund der positiven Voraussagen des Trudelwindkanals von Lille auf Einbau von Ausleithilfen verzichtet. (Zu Trudel-Schirm: F-4 Unfall; Kartuschen schwierig zu dosieren).

Erste Versuche mit successivem Herantasten über Ausbrechversuche bis zur ersten Umdrehung mit sofortigem Ausleiten hatten sofort die Lille-Voraussagen bestätigt und der Weg zum ersten stabilisierten Trudeln war frei.

Schon sehr bald hatte sich auch eine schlechte Voraussage von Lille bestätigt, daß nämlich das stabilisierte Trudeln recht bewegt sein konnte - stark oszillierend, disorientierend, wie die Meßschriebe zeigen.

Die französische Luftwaffe bestand auf einer Verbesserung des Verhaltens, die deutsche Luftwaffe zog aber bei der notwendigen Konfigurationsänderung nicht mit, weil man 1975 den Alpha-Jet nur als reinen G-91-Nachfolger sah und seine Luftkampfmöglichkeiten vielleicht noch nicht voll erkannte.

Deshalb haben wir heute Alpha-Jets mit unterschiedlichen Rumpfnasen. Beide verhalten sich beim Einleiten und Ausleiten gleich; sie differieren aber stark beim stabilisierten Trudeln.

Soviel zur ersten Erprobungsphase ohne irgendwelche Außenlasten.

1979 haben wir in einer weiteren Kampagne mit einem LNU-Serienflugzeug ohne Außenlasten getrudelt. 1980 wurde die Untersuchung des "post stall"-Verhaltens mit 2 typischen Außenlasten fortgesetzt und dieses Jahr, 1981, soll die Untersuchung mit einer Überprüfung der endgültigen LNU-Serienversion mit ECM- und Doppleranlage abgeschlossen werden.

Die untersuchten Außenlastkonfigurationen waren:

- Kanonenbehälter und 4 Pylons
- Kanonenbehälter, 4 Pylons und leere KZB's.

Das Verhalten in allen Konfigurationen nach dem Ausbrechen ist zwar spektakulär durch die hohen Roll- und Beschleunigungswerte, zentriert man aber sofort die Flugsteuerung, so ist das Ausleiten spontan, ohne allzu großen Höhenverlust.

Etwas günstiger sieht das Trudeln wieder aus, wenn mit Pod und Pylons geflogen wird. Wie die Meßschriebe zeigen, ist hier das Trudeln wesentlich ruhiger, aber recht flach.

Überraschend war allerdings der letzte Flug dieser Serie, wo wir mit Dopplergewichtsattrappe im Rumpheck flogen. Das Flachtrudeln konnte nicht mehr gefunden werden, dafür aber Tendenz zu Nick/Rollschwingungen mit Übergang zum Rückentrudeln.

Dieses Ergebnis zeigt uns erneut, daß kleinste Änderungen an Nasenkonfiguration und Massenverteilung das Trudelverhalten deutlich beeinflussen können.

Um weiter über eine "trudelnde Luftwaffe" reden zu können, müßten noch weitere Erprobungen in der endgültigen Seriendefinition mit und ohne Außenlasten durchgeführt werden. Solange dies nicht erfolgt ist, können wir im Rahmen unserer Produkthaftung das beabsichtigte Trudeln nicht freigeben.

## ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend kann ich als verantwortlicher Projektpilot für den Alpha-Jet feststellen, daß wir in einer interessanten, 7 Jahre dauernden Flugerprobung ein Schul- und Kampfflugzeug entwickelt haben, auf dem Flugschüler optimal für den Einsatz auf den Kampfflugzeugen der 5. Generation vorbereitet werden.

Die Luftwaffe hat ein leichtes Kampfflugzeug erhalten, welches von den Piloten als Waffensystem anerkannt und als Flugzeug aufgrund seiner ausgezeichneten Flugeigenschaften schon nach kurzer Eingewöhnungszeit geliebt wird.

Der kleine "Alfi" hat seinen Platz neben den krachmachenden Brüdern in dem "Force Mix" der Luftwaffe gefunden.

---