

# VFW 614 kurz vor dem Roll-out

Erstes deutsches Strahlverkehrsflugzeug entsteht in europäischer Zusammenarbeit — Erstflug im Juni 1971

Nachdem Ende November 1970 ein Bankenkonsortium für die Serienfertigung des ersten deutschen Strahlverkehrsflugzeugs einen Kredit über 200 Millionen DM bewilligt hat, ist der Vogel VFW 614 flügge — wie es der Bremer Wirtschafts-senator Schulz ausdrückte. Der Bremer Senat hat sich aus verständlichen Gründen für dieses Projekt stark gemacht (schließlich kann der kleine Stadtstaat nicht allein von Schiffbau/Schiff-fahrt leben) und in den vergangenen Jahren darauf hingewirkt,

Serienflugzeuge begonnen werden kann, muß man bereits jetzt mit der Einzelteilfertigung für die Serie anfangen. Bei Aufnahme der eigentlichen Serienfertigung sollen zwei Flugzeuge im Monat gebaut werden; bei Bedarf läßt sich diese Zahl auf vier Maschinen erhöhen. Insgesamt will man zunächst einmal bis 1977 177 Flugzeuge (Stückpreis etwa 9 Millionen DM) vom Typ VFW 614

programms ist die Triebwerk-Überholungszeit von 800 Stunden bei nur kleinen Inspektionen. Außerdem legte man auf gute Wartbarkeit besonderen Wert. So können beispielsweise der Fan, die Hochdruck- und Niederdruckturbinen und die Ringbrennkammer direkt ausgewechselt werden, also ohne Demontage des ganzen Triebwerks von der Tragfläche.

daß sich der Bund durch Darlehen an den Entwicklungskosten beteiligt. Aber auch die rechtzeitige Fusion von VFW mit dem renommierten niederländischen Partner Fokker sowie die Beteiligung weiterer europäischer Unternehmen am Bau der VFW 614 waren Voraussetzungen für den bisher fast reibungslosen Ablauf des Projekts, so daß der Roll-out voraussichtlich am 5. April 1971 in Bremen über die Bühne geht und bereits am 1. Juni 1971 der Erstflug stattfinden kann.

Es ist zu erwarten, daß die neue Triebwerksanordnung auch bei anderen Flugzeugen angewendet wird. Erster Interessent ist der japanische Luftfahrtkonzern Nihon Aeroplane, der diese Konzeption für das Strahlverkehrsflugzeug NAMC YS 11 J übernehmen will. Auf ähnliche Weise hatte sich vor Jahren die Triebwerksanordnung am Rumpflück — zuerst erprobt an der französischen „Caravelle“ — durchgesetzt, die man heute zum Beispiel bei der BAC 1-11, DC-9 und Boeing 727 findet.

Die VFW 614 ist als Tiefdecker mit konventionell angeordnetem Leitwerk ausgelegt und hat einen Rumpf mit verhältnismäßig großem Kreisquerschnitt, der eine komfortable Vier-Sitz-Anordnung gestattet (Sitzplatzabstand 0,86 m, Mittelgangbreite 0,45 m). Um das Flugzeug weitgehend unabhängig von Boden- und Luftverhältnissen zu machen, leistet man sich eine Hilfsgasturbine (APU), die die Luftversorgung für Triebwerkstart und Klimatisierung sowie die Energieversorgung (20-kW-Generator) am Boden übernimmt.

## Testprogramm am Boden und in der Luft

Durch die zahlreichen Starts und Landungen sind Kurzstreckenjets besonders hohen Belastungen ausgesetzt. Gleichzeitig ist man darauf angewiesen, das Gesamtgewicht des Flugzeugs so niedrig wie möglich zu halten, um den Kurzstreckenverkehr überhaupt wirtschaftlich durchführen zu können. Die Forderung heißt also: hohe Festigkeit bei kleinem Gewicht. Hierfür bietet sich im modernen Flugzeugbau das Metallkleben an. Nach langjähriger Entwicklungsarbeit und zahlreichen Versuchen im Einsardener Werk hat VFW-Fokker die Voraussetzungen zum Kleben zahlreicher Teile der VFW 614 geschaffen. Neben einer Gewichtssparnis von etwa 25% verspricht man sich hiervon eine um 35% höhere Festigkeit (beides auf konventionelle Nietverbindungen bezogen). Unter anderem werden 60% der Rumpfelemente, der Flügelkasten im Mittelrumpf sowie der Kabinen- und der Cockpithöhlen geklebt. Zu den genannten Vorteilen kommen noch die geringe Neigung zum Weiterreißen kleiner Anrisse und eine gute Korrosionsbeständigkeit. Erfahrungen mit Klebverbindungen sammelte man bereits bei der Fokker F 27 „Friendship“, bei der sich vor allem eine sehr geringe Reparaturanfälligkeit herausstellte.

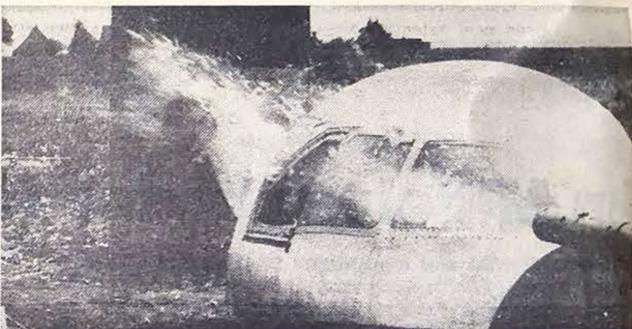
Ebenfalls zu Gewichtseinsparungen trägt das Chemische Abtragen (Chemisches Fräsen) bei. Mit diesem Verfahren hat man im Werk Einsardener seit 1963 Erfahrungen, als es erstmals für die Beplankung und das Spanten der Do 31 angewandt wurde. Mit Aufträgen für die Transall C 160 und F 28 wuchsen auch die Erfahrungen, so daß man jetzt sogar die geklebten Beplankungsbleche der VFW 614 bis auf den Kleber chemisch abträgt.

Nach dem Erstflug, der wie erwähnt Anfang Juni 1971 stattfindet, beginnt das umfangreiche Flug-erprobungsprogramm, das etwa 18 Monate in Anspruch nimmt. Um diese „Durststrecke“ so kurz wie möglich zu halten, laufen bereits die Versuchsprogramme, die von Testflügen unabhängig sind. Sachverständige des Bundesluftfahrtamtes und der FAA sind daher bereits seit einiger Zeit ständige Gäste in Bremen. Unter anderem werden die statischen und dynamischen Festigkeitsprüfungen an der Zelle in der werkseigenen Versuchsanstalt in Lemwerder bei Bremen durchgeführt. Zwei Original-Zellen stehen für diese langwierigen Prüfungen zur Verfügung. Hierbei interessieren sich die Statiker besonders für Maximalzustände wie extremes Abfangen im Flug oder hartes Aufsetzen bei der Landung. Hydraulikzylinder und Stahlgewichte an verschiedenen Punkten der Tragflächen belasten beim Test die Tragflächen genauso wie im Flug. Bei den 14 Lastversuchen muß jeweils eine Sicherheitszahl von 1,5 erreicht werden.

In der Abschlußphase der statischen Versuche wird die Zelle Anfang 1972 in einem großen Wassertank „mit Innendruck gefahren“, um die Werkstoffbelastungen bei dem zur Erhaltung konstanter Lebensbedingungen in Reiseflughöhe erforderlichen Druckverhältnisse zu ermitteln. Bei den letzten Versuchen will man dann den Innendruck bis zur Entlastungsgrenze erhöhen, so daß durchaus ein explosionsartiger Bruch der Zelle auftreten kann. Der Wassertank würde in diesem Fall verhindern, daß Flugzeugteile unkontrolliert durch die Luft fliegen und Menschenleben gefährden.

Eine andere Gruppe der Versuchsingenieure beschäftigt sich mit den dynamischen Belastungen der VFW 614. Sie soll den Betriebsfähigkeitsnachweis für 60 000 typische Flüge erbringen. Belastung, Einsatzmission und Wetter werden nach der statischen Häufigkeit simuliert. Künstlich erzeugte aerodynamische Kräfte und Massenträfte verändern dabei von einer Sekunde zur anderen die Beanspruchung des Flugzeugs wie in der Praxis.

Neben den großen Festigkeitsversuchen an Zelle und Flügel, die jetzt beginnen, konnten bereits zahlreiche Strukturversuche an Einzelteilen und Baugruppen abge-



Nach den Vorschriften des Luftfahrtbundesamtes wurde die Cockpitscheibe der VFW 614 getestet. Dabei prallten betäubte Hühner mit einer Geschwindigkeit von 527 km/h auf die Scheiben. Foto (3): VFW-Fokker

schlossen werden, die analytisch und rechnerisch nur unvollkommen erfassbar sind. Hierzu gehörte auch eine spezielle Versuchsreihe, die den Nachweis führen sollte, daß die Cockpitscheiben aus mehrschicht-

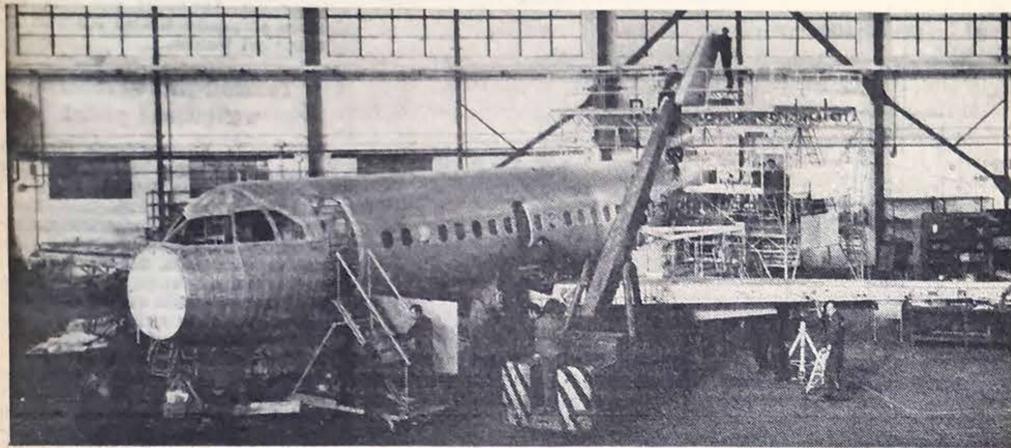
gem Acrylharz dem Aufprall eines 1,81 kg schweren Vogels mit einer Aufschlaggeschwindigkeit von 527 km/h standhalten. So nämlich sind die Forderungen des Luftfahrtbundesamtes. VFW-Fokker entwickelte hierfür eine Druckkammer, die betäubte Hühner (Vogelschrift) in einem Spezialbeutel verpackt auf die Scheibe schleudert. Die Versuchsserie bestand aus mehreren Einzelschüssen, die auf vorher festgelegte Aufschlagpunkte der Scheiben abgegeben wurden. Nach Auswertung der Dehnungsmessungen und Fotos sowie nach Untersuchungen der Risse und Abspalterungen der inneren Scheibenschicht veränderte man die Scheibenbefestigung und erreichte dadurch eine Elastizitätserhöhung der Befestigung, die einem Abbau der inneren Scheiben-spannungen führte.

Weitere Bodensystemversuche werden in Lemwerder für die Hydraulik, Flugsteuerung, Avionik, Elektrik, Enteisungs- und Kraftstoffanlage durchgeführt. Bei den Enteisungsversuchen für Tragflächen und Leitwerk arbeitete man allerdings mit der Nasa zusammen, die ihren Vereisungskanal im Lewis Research Center in Cleveland/Ohio zur Verfügung stellte. Von den verschiedenen Enteisungsmöglichkeiten — pneumatisch, elektrisch, mit Flüssigkeit oder Heißluft — bot sich nach eingehenden Untersuchungen die Flüssigkeitenteisung für die VFW 614 als wirtschaftliches, gewichtsparendes und zuverlässiges Verfahren an.

Auch die Trudelfersuche verpackte man ein ausländisches Institut zur Universität von Lille in Frankreich. Im dortigen Trudelkanal testeten die Wissenschaftler ein Modell der VFW 614 im Maßstab 1:28, wobei Schwerpunkt, Klappenausschläge, Fluggewicht und Flughöhe variiert wurden. Ergebnis: Alle denkbaren Trudelformen der VFW 614 sind durch entsprechende Ruderbetätigung kontrollierbar.

Trotz des umfangreichen Bodensystemversuchsprogramms hängt immer noch sehr viel vom Können der Testpiloten ab. Allerdings gibt ihnen die Elektronik und Simulationstechnik heute die Möglichkeit, wesentliche Flugeigenschaften schon vor dem ersten Start kennenzulernen. Mit Hilfe von Analog- und Digitalrechnern werden sie im Bremer Simulationszentrum durchgespielt. Dadurch verringert sich das Risiko der späteren Testflüge, die Piloten lernen im „Trockentraining“ die Maschine kennen und können teilweise bereits zu diesem Zeitpunkt auf Fehler aufmerksam machen, die sich dann konstruktiv und fertigungstechnisch leichter und vor allem billiger beheben lassen als während der

Zur Zeit arbeitet man an der Endmontage und Ausrüstung der ersten Vorserienmaschine der VFW 614, deren Zelle bereits Ende November 1970 fertig montiert war. Mit einem Tieflader transportierte man dann Anfang Januar dieses Jahres die beiden Tragflächen aus dem holländischen VFW-Fokker-Werk Dordrecht nach Bremen, wo sie innerhalb weniger Tage mit der Zelle verbunden wurden. Das Bremer und das Einsardener Werk von VFW-Fokker übernehmen den Bau des Bugteils und des Rumpfmittelteils mit integriertem Flügelmittelkasten, während die deutsche Partnerfirma WMD/Siat (Donauwörth) — ein Unternehmensbereich der Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH — für das Rumpflück zuständig ist und aus Termingründen inzwischen den Bereich Hamburger Flugzeugbau (HFB) hinzugezogen hat. VFW-Fokker Dordrecht übernahm wie erwähnt die Konstruktion und Fertigung des Außenflügels einschließlich der Triebwerkssteile, und die belgische Firma Sabca ist für die beweglichen Teile wie Landeklappen, Querruder und Spoiler verantwortlich. Speziell für den Kurz-



Die Arbeiten an der ersten Vorserienmaschine G1 gehen planmäßig voran. Anfang Januar montierte man die Tragflächen, die zuvor auf einem Tieflader vom holländischen Werk in Dordrecht nach Bremen transportiert wurden.

streckenbetrieb der VFW 614 konstruierte die Bristol Engine Division von Rolls-Royce in bewährter Zusammenarbeit mit dem französischen Partnerunternehmen Snecma das Zweiwellen-Triebwerk M 45 H. Die Konstruktion und Fertigung der Triebwerksgondeln liegt allerdings in den Händen der britischen Firma Short, so daß insgesamt sechs Unternehmen aus vier Ländern an Konstruktion und Fertigung der VFW 614 beteiligt sind. Hinzu kommen weit mehr als 100 Unterauftragnehmer.

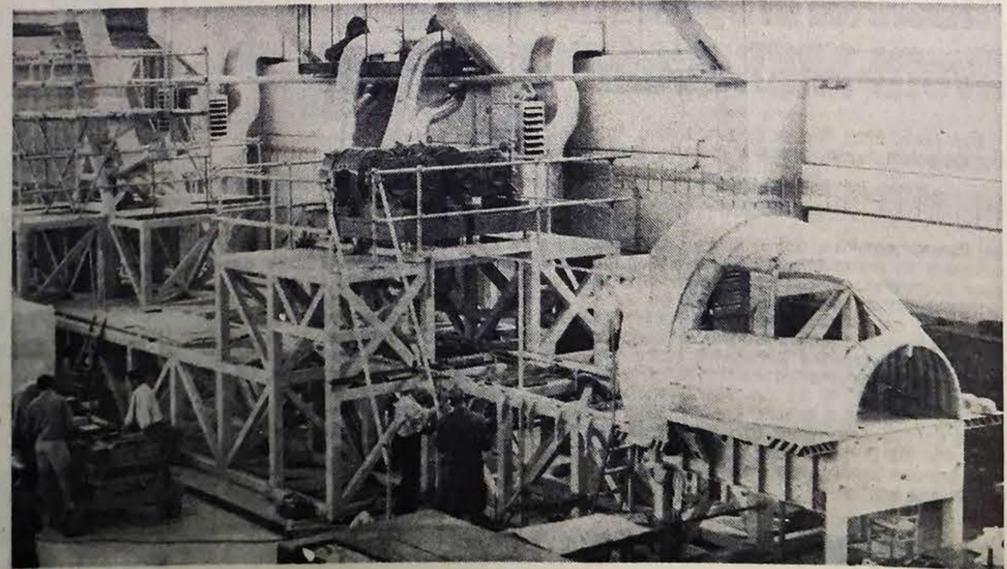
Für die Endmontage ist wiederum das Bremer VFW-Fokker-Werk zuständig. Hier sollen zunächst zwei Vorserienmaschinen und drei Prototypen entstehen, die alle am Flug-erprobungsprogramm beteiligt werden. Die Gesamtentwicklungskosten für die Zelle (ohne Triebwerke) belaufen sich auf etwa 280 Millionen DM. Der deutsche Anteil beträgt hierbei etwa 78%, der niederländische 15%, der belgische 4% und der britische 3%. Etwa 85% dieser Kosten entfallen allein auf die Entwicklungsarbeit von VFW-Fokker. Damit die Zulassung, die man für Dezember 1972 erwartet, unverzüglich mit der Auslieferung der ersten

fertigen und verkaufen, um die Gewinnschwelle zu erreichen.

Flugzeughersteller geben sich zwar grundsätzlich sehr optimistisch, wenn es darum geht, vor Beginn der Serie Absatzzahlen zu nennen, aber in diesem Fall ist man selbst in unabhängigen Fachkreisen von einem Verkaufserfolg überzeugt, weil dieses Flugzeug nach jahrelangen Studien in eine Marktlücke hineinkonzipiert wurde. Bis heute fehlt ein wirtschaftlich einsetzbares Strahlflugzeug, das eine kleinere Passagierzahl (44 bei der VFW 614) über kurze Strecken (bis etwa 600 km) im Regional- oder Zubringerluftverkehr befördert. Für diese Routen, die in Zukunft nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland sehr stark an Bedeutung gewinnen werden, griffen die Luftverkehrsgesellschaften bisher vielfach auf die langsamen Turboprops zurück. Um die Marktlücke auch wirklich auszufüllen, mußten die Bremer Konstrukteure allerdings eine ganze Reihe von Forderungen erfüllen, die sie selbst in dem Satz zusammenfaßten: schnell und komfortabel wie ein Jet, aber wirtschaftlich und unproblematisch wie ein Turboprop.

Der Startschub des Triebwerks M 45 H beträgt unter ISA-Bedingungen in Meereshöhe 3520 kp. Dadurch ist sowohl auf Beton- als auch auf Graspiste eine Startstrecke von nur 1135 m ausreichend, die sich nach der Vorschrift auf Ausfall eines Triebwerks bezieht. Auch bei einer Startbahn von nur 900 m Länge (weniger als 10% aller Flugplätze der Welt) ist noch ein wirtschaftlicher Einsatz der VFW 614 möglich. Das Abfluggewicht wird dann entsprechend verringert.

Zu den wesentlichen Unterscheidungsmerkmalen moderner Verkehrsflugzeuge gehört — zumindest auf den ersten Blick — die Triebwerksanordnung. So erkennt man beispielsweise die neuen amerikanischen Airbuse DC-10 und L-1011 am charakteristischen Hecktriebwerk, das in seiner unterschiedlichen Konzeption auch wiederum zur Unterscheidung zwischen den beiden Mustern beiträgt. Wenn in knapp zwei Jahren die VFW 614 auf unseren Flugplätzen auftaucht, wird man sie sofort an der eigenwilligen, erstmals angewendeten Anordnung der beiden Strahltriebwerke über den Tragflächen erkennen. Diese Anordnung wurde allerdings nicht als Unterscheidungsmerkmal konzipiert, sondern speziell beim Einsatz von behelfsmäßigen Flugplätzen die Einsaugfahr von Fremtteilen in den Triebwerkverdichter zu mindern. Außerdem kann man so die Bodfreiheit extrem niedrig halten und ein kurzes robustes Fahrwerk konstruieren, so daß die Passagiere die Maschine über eine bordeigene Treppe betreten können. Auch für die Fracht sind keine Hubbühnen erforderlich. Mit dieser Triebwerksanordnung vermeidet man darüber hinaus Ausparungen der Landeklappen hinter dem Strahlaustritt und damit Einbußen an Start- und Landeleistungen. „Abfallprodukt“ dieser Konstruktion ist schließlich eine lärmindernde Wirkung, da die Tragflächen vor allem beim Landeanflug den hochfrequenten Verdichtertärm teilweise nach unten abschirmen.



Im Rechen- und Simulationszentrum des VFW-Fokker-Werkes in Bremen ist zur Zeit eine Systemprüfbank im Bau, die zur Bodenerprobung aller Systeme der VFW 614 dient. Mit dieser speziellen Simulationstechnik machte man bereits beim Vertikalstarter VAK 191 B gute Erfahrungen.

## Triebwerksentwicklung kostete 300 Millionen DM

Da der wirtschaftliche Einsatz der VFW 614 bereits oberhalb einer Streckenlänge von 100 km beginnen soll, galt es zunächst, ein hierfür geeignetes Triebwerk zu finden — oder besser gesagt, neu zu entwickeln —, das gerade in den Phasen Start, Steigflug und Landeanflug wirtschaftlich arbeitet, die auf Mittel- und Langstrecken einen vernachlässigbar kleinen, auf Kurzstrecken aber unverhältnismäßig hohen Anteil an der Gesamtflugzeit haben. Bei einer Reisegeschwindigkeit von 735 km/h und einer Reichweite von 667 km, die aber in den seltensten Fällen voll ausgenutzt wird, ist bei der VFW 614 jeweils auf etwa 0,5 Flugstunden ein Start oder eine Landung zu erwarten. Für das Strahltriebwerk ergaben sich daher folgende Forderungen: geringer Kraftstoffverbrauch über einen weiten Betriebsbereich, hoher Startschub, geringes Baugewicht sowie niedriger Geräuschpegel, niedrige Wartungskosten und kleiner Anschaffungspreis.

M 45 H heißt also die Lösung der britisch-französischen Triebwerkshersteller für alle diese Forderungen — ein Triebwerk, von dem man bei VFW-Fokker bisher nur Gutes hörte, mit Ausnahme der Erhöhung der Entwicklungskosten von ursprünglich 200 Millionen DM auf 300 Millionen DM, was nicht zuletzt eine Folge der schwierigen wirtschaftlichen Lage Großbritanniens war. Von den Entwicklungskosten übernimmt die deutsche Bundesregierung im Rahmen des deutsch-britischen Devisenausgleichsabkommens etwa 150 Millionen DM. Das Mantelstromtriebwerk mit einem hohen Schub/Gewicht-Verhältnis hat ein Bypassverhältnis von 2,85:1 und ein Gesamtdruckverhältnis von 18:1. Dieses hohe Verhältnis steigert den thermischen Wirkungsgrad. Den siebenstufigen Hochdruckverdichter treibt eine luftgekühlte einstufige Turbine. Der Niederdruckteil besteht aus einem einstufigen Fan und einem fünfstufigen Mitteldruckverdichter, die über die gleiche Welle

## 26 Optionen aus neun Ländern liegen vor

Neben dieser Einrichtung setzen die Bremer Flugzeugbauer eine „Systemprüfbank“ ein, um das für die Flugsicherheit entscheidende Zusammenwirken der Systeme zu testen. Hier können alle Kräfte simuliert werden, die das Flugzeug selbst erzeugt oder die von außen einwirken. Elektromotoren ersetzen beispielsweise mit einer entsprechenden Drehzahl die Regelcharakteristik der Triebwerke. Die Fahrwerke werden bei „jedem Wetter“ 60 000mal ein- und ausgefahren, wobei Trockeneis und Sprühwasser für Kälte und Nässe sorgen. Die Flugsteueranlage muß vier Millionen Lastwechsel überstehen, wobei die Dichtungen nur achtmal ausgetauscht werden.

Alle Fäden aus Konstruktion, Fertigung und Versuch laufen bei der Programmleitung der VFW 614 zusammen. Sie besteht aus maximal 15 Mitarbeitern, die jeweils für ein Arbeitspaket (zum Beispiel Fahrwerk, Hydraulikanlage, Flugsteuerung) verantwortlich sind und sich regelmäßig wöchentlich im Kontrollraum zur Lagebesprechung treffen. Hier ist der jeweilige Stand aller Arbeiten auf großen Schiebewänden graphisch festgehalten, so daß die Programmleitung sofort Maßnahmen ergreifen kann, wenn ein Bereich termin- oder kostenmäßig von den Soll-Werten abweicht.

Für den späteren Verkaufserfolg eines neuen Flugzeugmodells sind umfangreiche Marktanalysen vor Entwicklungsbeginn unerlässlich. Nach entsprechenden Untersuchungen von VFW-Fokker wird der Bedarf an Kurzstreckenflugzeugen bis 1980 1350 Maschinen betragen. Für diesen Zeitraum errechnete die

Flugerprobungsphase. Das Simulationscockpit enthält alle Steuerorgane und Instrumente des Originalflugzeugs; die Knüppelkräfte werden für sechs Freiheitsgrade elektrohydraulisch übertragen.

VFW-Fokker-Vertriebsabteilung für die VFW 614 einen Marktanteil von etwa 400 Maschinen, die sich folgendermaßen verteilen: Nordamerika 120, Südamerika 60, Europa 90 (davon etwa zwölf für die Bundesrepublik Deutschland), Afrika 40, Nahost 20, Fernost 50 und Australien 20 Flugzeuge. Insgesamt liegen bisher 26 Optionen aus neun Ländern vor. Die Optionsgebühr liegt übrigens bei 100 000 DM. Bei Kauf der VFW 614 sind 15% des Preises bei Unterschrift fällig, je 15% neun, sechs und drei Monate vor Lieferung und 40% bei Ablieferung. Allerdings werden die Vertragsklauseln immer häufiger individuell ausgearbeitet. Vor allem kleinere Gesellschaften möchten einen Teil des Kaufpreises erst zahlen, wenn sie mit dem Flugzeug bereits verdient haben.

Obwohl bis zum Abschluß des Flug-erprobungsprogramms noch fast zwei Jahre vergehen, ist die VFW 614 bereits fest im Flugnetz der innerdeutschen Ergänzungstrecken eingeplant. Die vor allem nord- und westdeutsche Routen bedienende Luftverkehrsgesellschaft General Air will das erste deutsche Strahlverkehrsflugzeug im Auftrag der Lufthansa auf mehreren Strecken einsetzen, zum Beispiel Kassel—Köln (33 Minuten), Kassel—Düsseldorf (34 Minuten) und Kassel—Frankfurt (28 Minuten).

Im Interesse einer gesunden deutschen und europäischen Luftfahrtindustrie kann man nur hoffen, daß sich die Verkaufserwartungen von VFW-Fokker erfüllen und damit ein erfolgreiches Beispiel für eine stärkere europäische Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zeugen.

E. Muckelberg