

Eurofighter-Endmontage in Manching

# TYPHOON FACTORY

Text & Fotos: Alexis von Croy

## VOM STARTPUNKT

auf 35 000 Fuß und Mach 1,5 in weniger als zweieinhalb Minuten. Von 200 Knoten auf Überschallgeschwindigkeit in nur 30 Sekunden. Eine Zuladung von bis zu 7,5 Tonnen – bei vollen Tanks! – und Startstrecken ab 300 Meter: Die Flugleistungen des Eurofighter Typhoon sind legendär und für den fliegerischen Laien jenseits aller Vorstellungskraft. Nach Eurofighter-Testflügen, so eine im Werk gehörte Anekdote, fragen Fluglotsen schon mal nach, um „welchen Raketenstart es sich gehandelt hat“, nachdem sie den nahezu vertikalen Steigflug am Radar beobachtet haben. Der Eurofighter bietet durch seine relativ geringe Masse, die schubstarken Triebwerke und die

ausgeklügelte Steuerung überlegene Flugleistungen in allen Bereichen. Sogar im Überschallbereich ist er – etwa im Gegensatz zur amerikanischen F-16 – noch extrem wendig.

Dem Typhoon-Piloten fehlt es an nichts, was heute technologisch möglich ist: Die Bedienung per Sprache (DVI, Direct Voice Input), ein System zum automatischen Einhalten struktureller und aerodynamischer Grenzen (Carefree Handling) inklusive „Reorientation Button“ (automatisches Abfangen aus jeder denkbaren Fluglage im Falle der Desorientierung des Piloten), ein sehr fortschrittlicher Autopilot mit „Flight Director“ und „Auto Throttle“, der sogar vollautomatische Schlechtwetteranflüge à la Airbus ermöglicht und das

elektronische Selbstschutzsystem (DASS, Defensive Aids Subsystem) sind nur einige der vielen Highlights eines geballten Technikpakets, das den Wettbewerb mit den neuesten US-Produkten – sogar nach Meinung eines ehemaligen US Air Force-Chefs – gewiss nicht zu scheuen braucht. Interoperabilität ist selbstverständlich, durch MIDS (Multi Information Distribution System) verfügt der Eurofighter über NEC-Fähigkeiten (NEC, Network Enhanced Capabilities). Landeklappen und Vorflügel des Eurofighter fahren bei Bedarf vollautomatisch aus, und sogar die Trimmung geschieht ohne Zutun des Piloten. Lediglich das Fahrwerk muss bei der Landung noch manuell bedient werden. Die hochmoderne digitale

„Fly-by-wire“-Flugsteuerung (FBW) besteht aus vier redundanten Steuerungscomputern, und die gesamte Avionik ist über digitale, zum Teil optische Datenbusse vernetzt. Die Steuerung ist nach dem „HOTAS“-Prinzip ausgelegt (Hands on Throttle and Stick) mit jeweils zwölf Bedienelementen am Steuerknüppel und am Schubhebel. Trägheitsnavigation per Laserkreisel, Satelliten- und Funknavigation, Bodenkollisions-Warngerät (GPWRS, Ground Proximity Warning System), Radarhöhenmesser und das fortschrittliche Bordradar (Captor), das mehrere Ziele gleichzeitig erfassen, identifizieren und verfolgen kann, gehören zur standardmäßigen Ausstattung. Dazu kommen noch drei (im Doppelsitzer sechs) Multifunktions-Farb-

bildschirme (MFC, Multifunction Color Display), ein Head-up Display (HUD) neuester Technologie und ein Pilotenhelm, in dessen Visier die wichtigsten Flugdaten hochauflösend hineinprojiziert werden. All dies sorgt in Verbindung mit einer raffinierten Vernetzung der Bordsensoren (Sensor Fusion) zur Entlastung des Piloten, der so jederzeit ein aktuelles Bild der Lage erhält. Mit einem FLIR-Sensor (Forward Looking Infrared) wird das Flugzeug zudem auch ausgestattet (nicht für die deutsche Luftwaffe).

Die Oberfläche des Eurofighter besteht zu mehr als 70 Prozent aus kohlefaserverstärkten Verbundwerkstoffen (CFK), die für große Teile des Rumpfes und der Beplankung, aber auch im Deltaflügel für Rippen, Spanten und die Beplankung zum Einsatz kommen. Der Rest entfällt auf Aluminium, Titan und Kunststoffe. Insgesamt macht CFK 55 Prozent der Masse aus. Die beiden Entenflügel (Canards) etwa sind hauptsächlich aus Titan gefertigt. Die leichte Bauweise verschafft dem Eurofighter einen beeindruckenden Gewichtsvorteil gegenüber vielen Wettbewerbern und ist der wesentliche Grund für die hohe Nutzlast und die überragende Leistungsfähigkeit.

Auch was die Bewaffnung betrifft, setzt das europäische Kampfflugzeug, das während des Fluges von der Jäger- in die Jagdbomberrolle wechseln kann (Multi/Swing-Role-Fähigkeit) Maßstäbe: eine 27-Millimeter-Bordkanone (maximal 1700 Schuss pro Minute), die lediglich 100 Kilogramm wiegt, sowie 13 Außenstationen für präzisionsgesteuerte Lenk Waffen mit verschiedenen Sensoren und Zusatztanks. 7,5 Tonnen an Außenlasten kann die Typhoon an diesen Stationen tragen. „Verwaltet“ werden die Waffen vom Piloten mit Hilfe des „Armament Control System“ (ACS), das die richtige Auswahl der für ein erfasstes Ziel geeigneten Waffen mit Hilfe des Feuerleit- und Identifizierungssystems gewährleistet.

Für die Sicherheit der Piloten ist ebenfalls gesorgt: Ein „Zero-zero“-Schleudersitz des Herstellers Martin Baker kann Flugzeugführer und Copiloten sowohl am Boden als auch in 15 Kilometer Höhe retten – und das bis zu einer Geschwindigkeit von knapp 1200 Stundenkilometern.

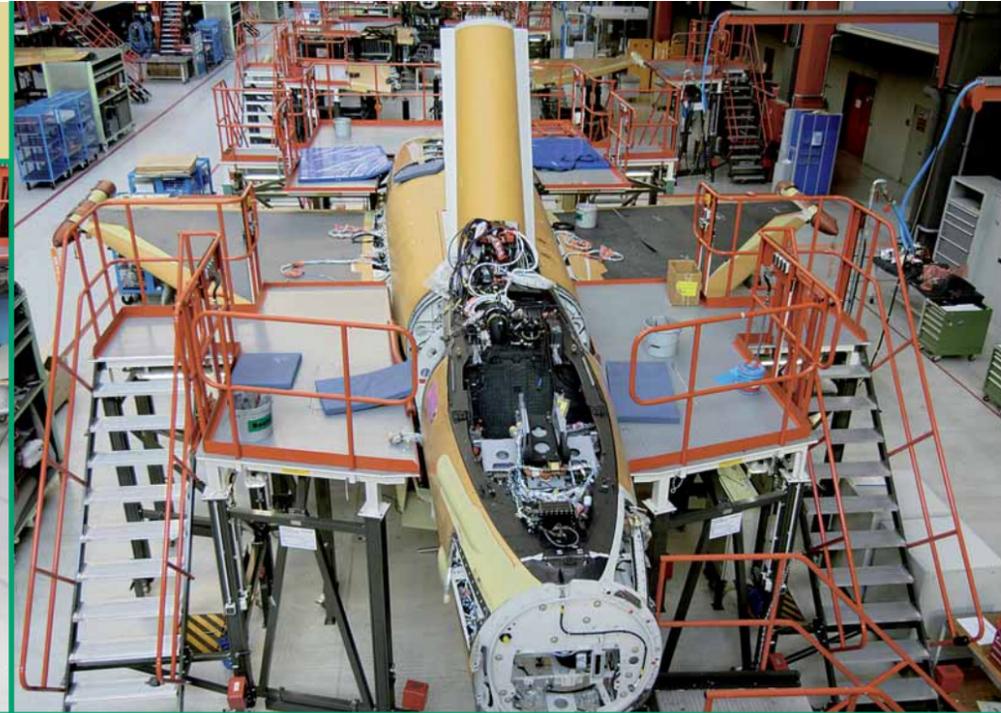
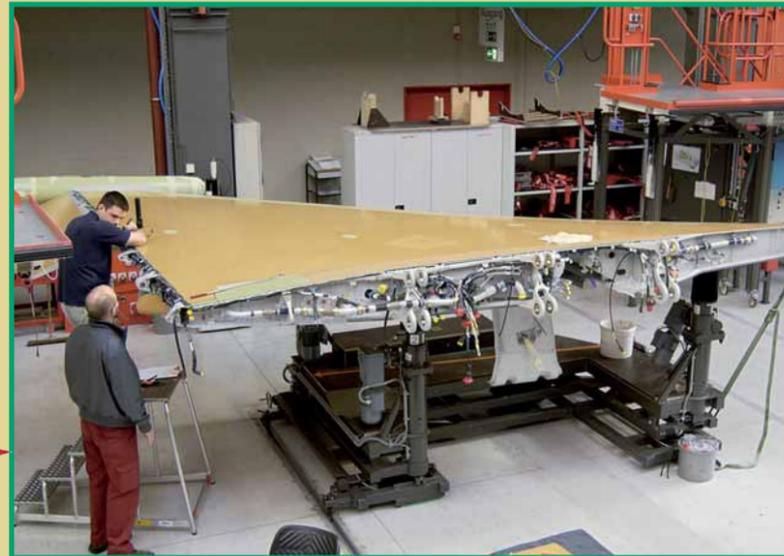
**NICHT WENIGER** eindrucksvoll als das Flugzeug selbst ist die Fertigung des Hightech-Fighters an den vier europäischen Standorten und die dazugehörige Logistik. 638 Eurofighter in drei Tranchen – so der aktuelle Auftragsbestand – sollen die Werke von Alenia, BAE Systems und EADS insgesamt verlassen. Bis zum Januar 2006 sind bereits 74 Maschinen (inklusive fünf so genannte „Instrumented Production Aircraft“) an die Luftstreitkräfte Großbritanniens, Deutschlands, Spaniens und Italiens ausgeliefert worden. Inklusive der sieben Prototypen und zwei Flugzeugzellen für statische Belastungstests

Die Endmontage der Serien-Eurofighter ist an den europäischen Standorten Getafe, Turin, Warton und Manching in vollem Gange. Planet AeroSpace hat die deutsche Fertigungslinie des europäischen Hochleistungs-Kampfflugzeugs in Manching besucht.

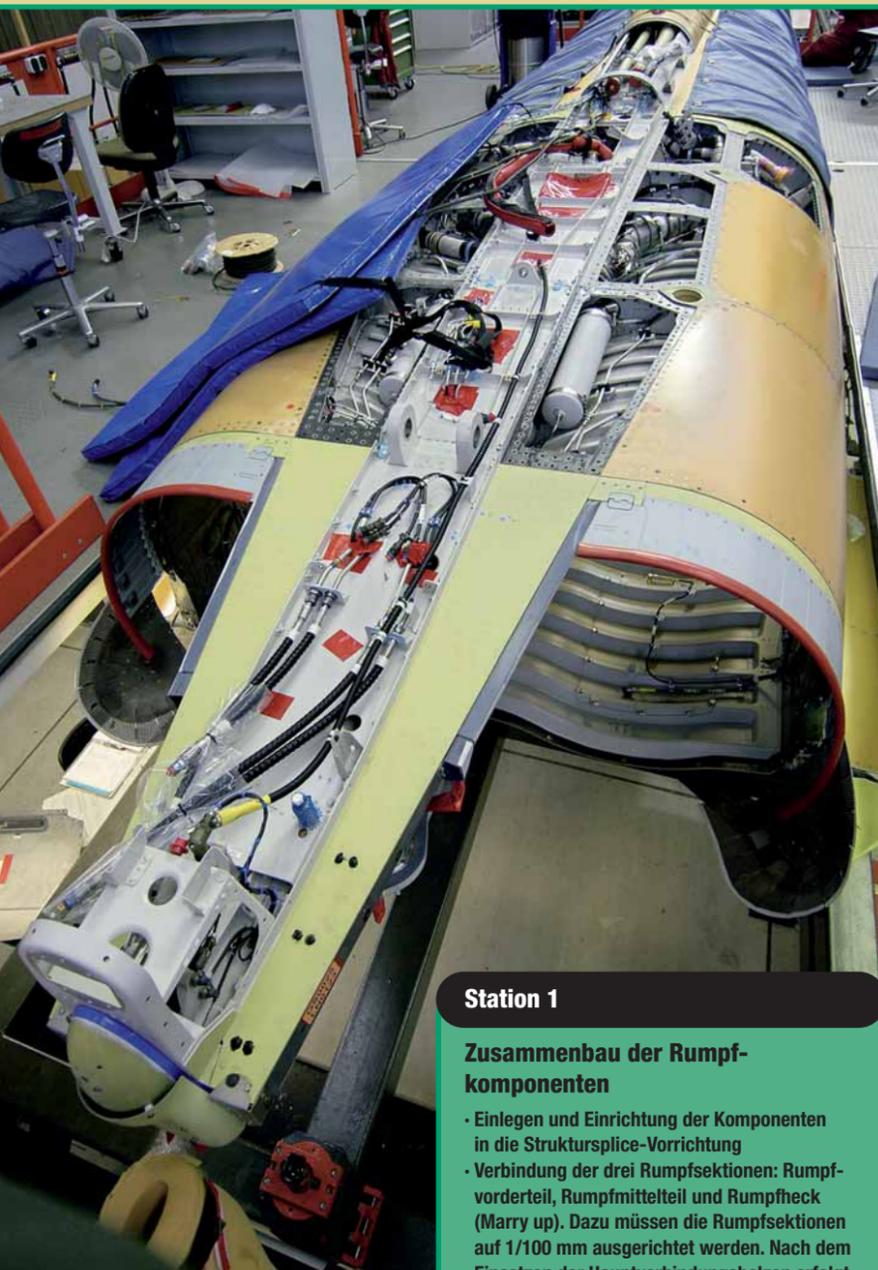
### Vorbereitungsstation

- Anlieferung der vorausgerüsteten und getesteten Hauptbaugruppen von den vier Partnerfirmen
- Abbau der Transportvorrichtungen und Vorbereiten der Komponenten zum Struktursplice

Die linke Tragfläche, angeliefert von Alenia in Italien. Der rechte Flügel kommt von EADS CASA in Spanien



Station 2 von oben: Die Tragflächen und das Fahrwerk sind montiert. Gut zu sehen ist die voluminöse Luftbremse. Diese und der Rumpfrücken werden bei BAE Systems gefertigt



### Station 1

#### Zusammenbau der Rumpfkomponten

- Einlegen und Einrichtung der Komponenten in die Struktursplice-Vorrichtung
- Verbindung der drei Rumpfsektionen: Rumpfvorderteil, Rumpfmittelteil und Rumpfheck (Marry up). Dazu müssen die Rumpfsektionen auf 1/100 mm ausgerichtet werden. Nach dem Einsetzen der Hauptverbindungsbolzen erfolgt der eigentliche Splicevorgang. Dabei werden zirka 800 Verbindungsteile (Metallteile und Spezialniete) verbaut

Vorne im Bild: die Aufhängungen für das Seitenleitwerk und die darunter liegenden Hydraulikleitungen

wurden somit bereits 83 Flugzeuge gebaut. Der Eurofighter ist damit, zwölf Jahre nach dem Erstflug des ersten Prototypen „DA 1“ (Development Aircraft 1) 1994 in Manching, das Flugzeugprogramm mit den weltweit meisten Bestellungen in seiner Kategorie. In Italien stehen seit Dezember zwei in Grosseto (Toskana) stationierte Einsitzer in Alarmbereitschaft und sichern den italienischen Luftraum.

In Deutschland wird, nach dem Jagdgeschwader 73 „Steinhoff“ in Laage bei Rostock, das JG 74 in Neuburg an der Donau der zweite Verband sein, der auf den Eurofighter umrüstet. Die Umschulung der JG 74-Piloten hat im Januar beim JG 73 „Steinhoff“ begonnen.

### Station 2

#### Anbau der Hauptkomponenten und Verbindung der Systeme

- Anbau von Tragflächen, Seitenleitwerk, Vorflügeln, Canards und Hauptfahrwerk
- Einbau der Flaperon-, Ruder- und Canard-Flügel-Stellglieder
- Verbindung aller Systeme: Elektrik, Hydraulik, Kraftstoff, Klimaanlage (ECS – Environmental Control System) und sekundäres Energieversorgungssystem (SPS)

Auch in Coningsby und Morón de la Frontera sind Piloten fertig ausgebildet. Zusammen haben die vier Eurofighter-Verbände bis Ende 2005 knapp 6000 Flugstunden erreicht. Zusammen mit über 4000 Erprobungsflugstunden war der Eurofighter insgesamt bereits über 10000 Stunden in der Luft.

Bereits im September hatte die Auslieferung der ersten Eurofighter des erweiterten Standards „Block 2B“ begonnen, die internationale Typenzulassung (Type Acceptance) für die neue Version wurde wie geplant im Dezember erteilt. Einer der wichtigsten Bestandteile von „Block 2B“ ist das Software-Update der Flugsteuerung, die das Flugzeug wesentlich agiler werden lässt, aber auch die Arbeitsbelastung der Piloten etwa bei der Luftbetankung deutlich herabsetzt. Vier „Block-2B“-Maschinen waren bis zum Jahresende 2005 bereits ausgeliefert.

Faszinierend am Eurofighter ist nicht nur die Technologie des Flugzeugs, sondern ebenso die ausgefeilte Logistik, die es ermöglicht, ein derart komplexes System an vier europäischen Standorten parallel zu bauen. An die 150 000 Menschen sind europaweit in mehr als 400 Hightech-Unternehmen an diesem derzeit weltweit größten Kampfflugzeug-Programm neuester Generation beschäftigt.

Je weiter das Programm fortschreitet und je besser die Erfahrungen der Streitkräfte mit dem System Eurofighter, umso besser werden die Exportchancen. Österreich gehört mit 18 Maschinen bereits zu den Bestellern, Griechenland hat eine Vorentscheidung für das europäische Kampfflugzeug getroffen und Norwegen ein Kooperationsabkommen zur Weiterentwicklung des Flugzeugs mit dem Eurofighter-Konsortium abgeschlossen. Außerdem will Saudi Arabien seine Tornado ADV und andere Flugzeuge durch den Eurofighter

ersetzen. Interesse kommt aber auch aus anderen Ländern, wie beispielsweise der Türkei. Die Partner EADS, Alenia und BAE Systems haben für den Eurofighter in modernste Infrastruktur und Fertigungseinrichtungen für die Werke in Manching, Getafe, Turin und Warton investiert, ebenso die multinationalen Kooperationspartner Eurojet Turbo GmbH (zuständig für die Entwicklung und Produktion des EJ200-Triebwerks) und Euroradar (Captor-Bordradar).

Stellvertretend für die anderen Werke hat Planet AeroSpace die Eurofighter-Serienfertigung in Manching besucht. Techniker montieren dort die deutschen Eurofighter und testen diese nach Abschluss der Endmontage auf Herz und Nieren. Die technische Reife der Serienproduktion, kritisch überwacht durch die Güteprüfstelle der Bundeswehr (GPS), nimmt ständig zu.

Die Besonderheit an der Produktion des Eurofighter sind die vier Endmontagewerke in den Partnerländern. Was auf den ersten Blick als reiner Kostenfaktor wirkt, gibt den Partnern in der Praxis die Möglichkeit, den Bau der Flugzeuge nach eigenen nationalen Bedürfnissen und Erfordernissen flexibel zu organisieren. Gemeinsam ist allen Standorten die „Just-in-Time“-Philosophie, bei der nur die für die Produktion erforderlichen Teile im Lager vorgehalten werden, sowie die hoch entwickelten „Lean Production“-Produktionsprozesse. Diese verkürzen die Bauzeit auf das notwendige Minimum und helfen, Kosten einzusparen. Alle 148 Flugzeuge der ersten Tranche sind entweder im Bau oder bereits ausgeliefert. Die Fertigung der Flugzeuge des zweiten Bauloses hat begonnen.

Auf den folgenden Seiten haben wir für Sie interessante Einblicke in den Prozess der Endmontage zusammengestellt.



Die Ausrüstung der aus Augsburg angelieferten Rumpfmittelteile erfolgt in einer eigenen Montagelinie ebenfalls in Manching. Der Hilfsrahmen (orange) hält die Kabel, die später im Rumpfvorderteil und Cockpit verlegt werden

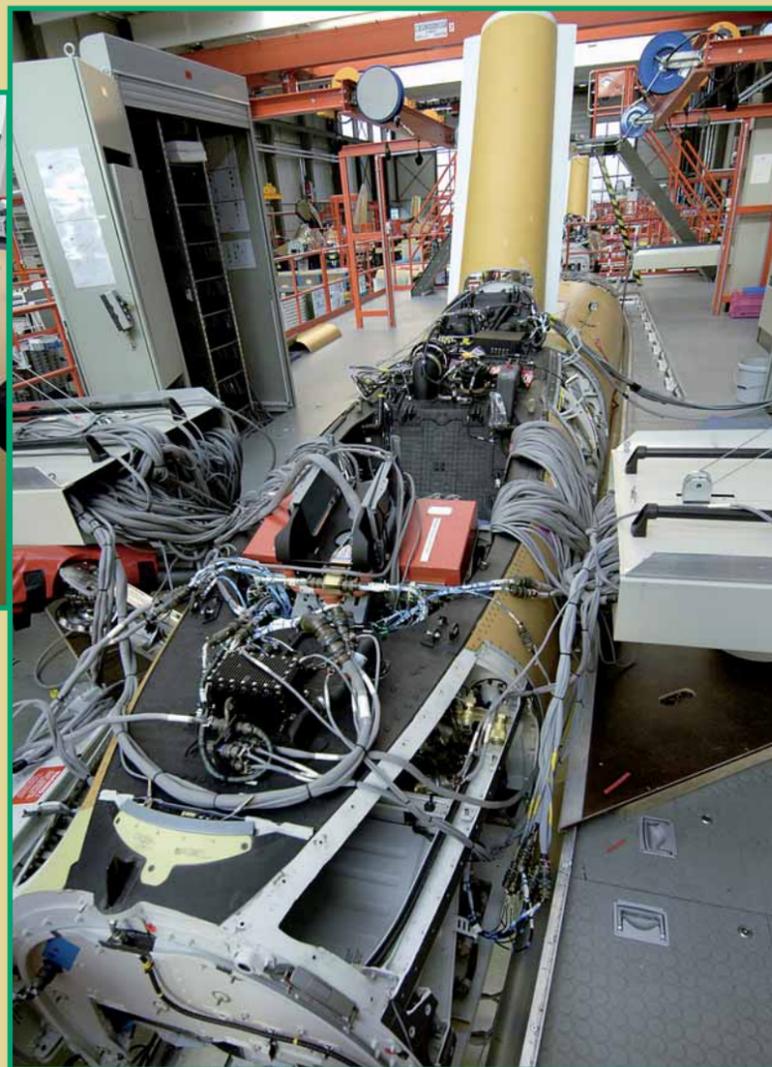


**Station 3**

**Automatischer Verkabelungstest**

- Computergesteuerte automatische Prüfung der kompletten Verkabelung auf Durchgang, Spannungsfestigkeit und Isolation.
- Überprüfen der Hochfrequenzkabel

30 Kilometer Kabel sind im Rumpf des Eurofighter verlegt. Die roten Boxen in den Avionikschächten (Bild links) sind Dummies zum Test der Verkabelung

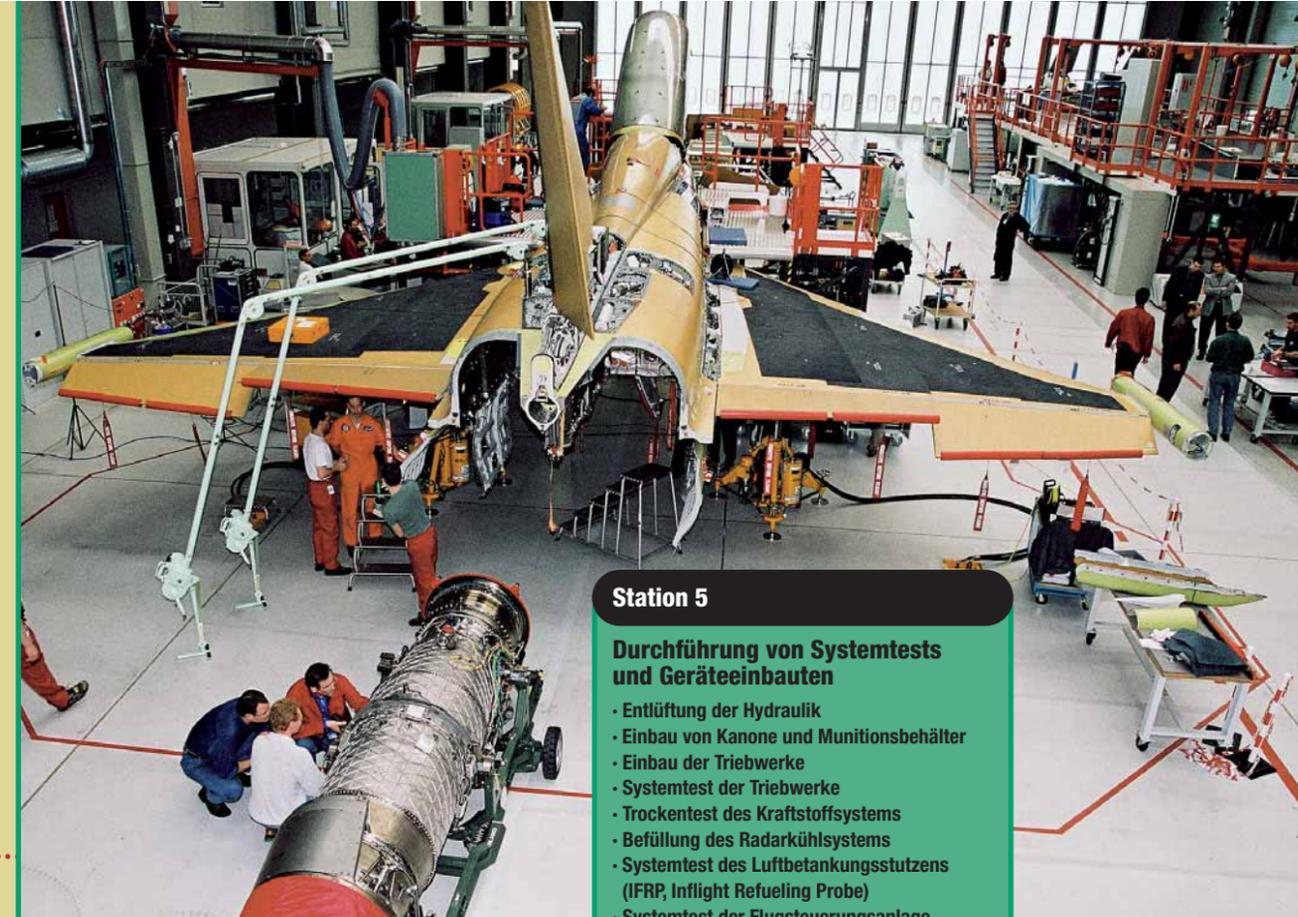


**Station 4**

**Geräteeinbauten und Prüfung der Grundsysteme**

- Einbau der Systemrechner
- Installation der MEL (Missile Ejection Launcher)
- Anbau und Funktionstest des Kabinendachs (Canopy)
- Einbau der Hilfsturbine (APU, Auxiliary Power Unit)
- Systemtest und Dichtigkeitsprüfung der Hydraulikanlage
- Systemtest von Lichtwellenleitern und konventionellen Datenbussen
- Systemtest und Justierung des Fahrwerks
- Systemtest und Dichtigkeitsprüfung der Klimaanlage ECS (Environmental Control System)
- Systemtest der Bedienelemente und Anzeigeelemente im Cockpit

Die Firewall zwischen den beiden Triebwerken besteht aus Titan. Das Rumpheck wird von Alenia und BAE Systems gebaut



**Station 5**

**Durchführung von Systemtests und Geräteeinbauten**

- Entlüftung der Hydraulik
- Einbau von Kanone und Munitionsbehälter
- Einbau der Triebwerke
- Systemtest der Triebwerke
- Trockentest des Kraftstoffsystems
- Befüllung des Radarkühlsystems
- Systemtest des Luftbetankungssystems (IFRP, Inflight Refueling Probe)
- Systemtest der Flugsteuerungsanlage
- Systemtest von Arrestor Hook (Fanghaken) und Parachute (Bremsschirm)
- Systemtest von Cockpitleiter und Kabinendach

Einbau eines der beiden EJ200-Triebwerke an Station 5. Hier wird auch die Flugsteuerung getestet

**Vier Nationen – ein Flugzeug**

An den sieben europäischen Standorten Sarnesbury und Warton\* (UK), Augsburg, Lemwerder und Manching (D), Foggia und Caselle bei Turin (I) sowie in Getafe bei Madrid bauen die im Eurofighter-Konsortium vertretenen Firmen Hauptkomponenten und Flugzeuge.

- Alenia (I)
  - Linker Flügel
  - Äußere Flaperons
  - Hinteres Rumpsegment
- BAE Systems (GB)
  - Vorderes Rumpsegment und Canards
  - Rumpfrücken und Luftbremse
  - Cockpithaube
  - Seitenleitwerk
  - Innere Flaperons
  - Hinteres Rumpsegment
- EADS (D)
  - Rumpfmittelteil (inkl. Flugsteuerungs-, Identifizierungs- sowie Zielbekämpfungssystem, Sensorfusion, Hydraulik)
- EADS CASA (ES)
  - Rechter Flügel
  - Vorflügel (Slats)

\* fett gedruckt: Standort der Endmontage

**Station 6**



Test des Radarsystems. Zum Schutz der Techniker steckt das Radom in einer Radar-Absorberkammer

**Station 6**

**Durchführung von Systemtests**

- Test der Funk- und Kommunikationssysteme
- Systemtest Radar
- Test des elektronischen Selbstschutzsystems DASS (Defensive Aids Subsystem)
- Test des Feuerleit- und Identifizierungssysteme
- Systemtest des Armament Control Systems (Waffensteuerungssystem)
- Überprüfung der Kanonensteuerung
- Prüfung des Klimasystems für Piloten (LCS, Liquid Conditioning System)
- Systemprüfung Außen- und Innenbeleuchtung
- Vermessen der Waffenstationen und Zieleinrichtungen (Harmonisierung)



Das Hightech-Cockpit des Eurofighter mit drei Multifunction Color Displays und Head-up Display (oben). Unten: Auf Station 6 wird die nun komplett installierte Avionik auf Herz und Nieren geprüft

**Station 14**

- Anbau der externen Tanks
- Funktionsstest des Treibstoff-Management-Systems
- Wasser-Berieselungstest
- Entfernen der Zusatztanks

**Station 15**

**Triebwerkstestlauf und Systemtests**

- Installation des Schleudersitzes und der Pyrotechnik für den Abwurfmechanismus der Cockpithaube
- Test von Masse und Schwerpunkt
- Vorbereitung zum Testlauf der Triebwerke und der APU
- Überprüfung der Stromversorgung
- Testlauf von Triebwerk und APU
- Prüfung aller Systeme bei laufenden Triebwerken



**Station 15A**

- Station 15A befindet sich in einem abgetrennten Teil der Endmontagehalle. Besondere Sicherheitsmaßnahmen sind notwendig, wenn die Maschine zum Test der elektronischen Abwehrsysteme intensiver elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt wird
- EMC-Tests (nur ausgewählte Maschinen)

Noch vor dem ersten Flug. Auf Station 15 wird unter anderem der Martin Baker-Schleudersitz installiert. Die „Entenflügel“ bestehen hauptsächlich aus Titan und kommen von BAE Systems

**Station 21**

**Installation individueller Ausrüstung**

- Vorbereitung für die Übergabe an die Luftwaffe
- Vorflugkontrolle
- Überführungsflug

**Station 19**

- Lackierung und Beschriftung
- EMC-Tests (nur ausgewählte Maschinen)

**Station 16**

**Abnahme Flüge**

- Flugvorbereitung
- Vorflugkontrolle
- Abnahme Flüge
- Beseitigung von etwaigen Mängeln
- Besondere Prüfungen



Kurz vor der Übergabe an die Luftwaffe. Letzte Checks werden durchgeführt

**NACHDEM**

die Maschinen an Station 6 angelangt sind und das Radar getestet ist, werden die Maschinen in einer speziell ausgestatteten Nebenhalle dem ESM/ECM-Test unterzogen, bei dem Radarwarnsystem und Radarstörer geprüft werden. Da bei diesen Tests hohe Belastungen durch elektromagnetische Wellen auftreten können, müssen in diesem Bereich der Endmontage besonders umfangreiche Sicherheitsvorkehrungen zum Schutz der Techniker getroffen werden.

Anschließend kommt der „Roll-out“, das heißt die Überstellung des Flugzeugs von der Montagehalle in den Bereich Systemprüfung/Einflug. Hier werden zuerst in der „Kraftstoffhalle“ das Treibstoffsystem (inklusive der Zusatztanks) geprüft und kurz darauf auch die Triebwerke in den eigens dafür vorhandenen Lärmschutzhallen Funktionstests unterzogen. Jetzt wird auch (aus Sicherheitsgründen geschieht dies nicht während der Endmontage) der Martin Baker-Schleudersitz sowie die Pyrotechnik für den Sitz und die abtrennbare Kabinenhaube eingebaut. Dann werden noch die lebenserhaltenden Systeme für den Piloten (Klimaanlage und Sauerstoffversorgung) sowie Grundsysteme, Avionik, Flugsteuerung und Treibstoffsystem bei laufender Hilfstriebwerke beziehungsweise

laufenden Triebwerken gecheckt. Erst nach diesen Prüfungen wird das Flugzeug lackiert sowie mit allen Kennzeichnungen versehen und anschließend im Einflugbereich in einen flugbereiten Zustand gebracht. Zwei bis drei Abnahme Flüge (PFAT, Production Flight Acceptance Test) von einer bis eineinhalb Stunden Dauer genügen in der Regel, um die Maschinen für die Auslieferung bereitzumachen.

Geflogen werden sie von den sechs Testpiloten des Werks, aber auch von Luftwaffenpiloten. Neun Trainer und elf Einsitzer wurden in Manching bis Ende 2005 fertig gestellt und abgenommen. Aber erst nachdem auch wirklich kleinste noch vorhandene Mängel beseitigt sind (Failure Corrective Actions), kann nach einer letzten Kontrolle – gemeinsam mit der Typenbegleitmannschaft der Luftwaffe – die Übergabe an den Kunden stattfinden.

Bundeswehrpiloten übernehmen in der Regel die Überführungsflüge zu den Einheiten – und das ist selbst für die Profis der Luftwaffe ein ganz besonderer Job.



Images: Alexis v. Croy, Eurofighter (1)