

Richard Smyth

Ehemals Vice-President Policy, Development  
& Systems General



# **V**ertikal startendes und landendes **A**ufklärungs- und **K**ampfflugzeug VAK191B **T**echnologie-Träger

DGLR-Vortrag, Hamburg, 22. Juni 2007

1. V/STOL-Projekte in Deutschland
2. Ursprung des Projektes VAK191
3. Auslegungsoptimierung und Flugzeugdefinition
4. Antriebsanlage und das Steuerluftsystem für die Lagestabilisierung
5. Systeme, Flugsteuerung, Validation und Verification
6. Flugerprobung
7. Weiterentwicklungspotential
8. Technologie-Träger für weitere anspruchsvolle Flugzeugprogramme, militärisch und zivil
9. Film Flugerprobung (9 min 40 sec)



## Geschichtliche Rückblick

- NATO-Forderung in den 50<sup>er</sup> Jahren für senkrecht startende Flugzeugzeuge
  - V/STOL - Überschall-Abfangjäger → VJ 101
  - V/STOL – Unterschall-Kampfaufklärer → VAK 191
- Zusätzliche deutsche Forderung:
  - V/STOL – Kampfzonentransporter → Do 31
- Änderung des NATO-Verteidigungsdoktrin ab 1966 und kein ökonomischer ziviler Markt für V/STOL
  - Kurzstart ausreichend
  - Auslauf der V/STOL – Programme in den 70er Jahren
- Übertragung der gewonnenen hochwertigen Technologien für die neuen Programme, auch zivil → Tornado, Airbus

	Projekt	Erprobungs- zeitraum	Triebwerke	Höchstgeschwin- digkeit
	EWR VJ101C	1962 - 1972	2 x RR-MAN Turbo RB 145 Hub-Triebwerke  4 x RR-MAN Turbo RB 145 (2 Varianten) Hub/Schub-Triebwerke	1320 km/h in 6.000 m
	Dornier Do 31E	1967 - 1970	8 x RR RB 162-4D Hub-Triebwerke  2 x Bristol-Siddely Pegasus 5-2 Hub/ Schub-Triebwerke	710 km/h in 2.500 m
	VFW VAK191B	1970 - 1975 Erste Projektarbeiten in 1961	2 x RR RB 162-81 F08 Hubtriebwerke  1 x RR-MTU 193-12 Hub/Schub-Triebwerk	1.100 km/h

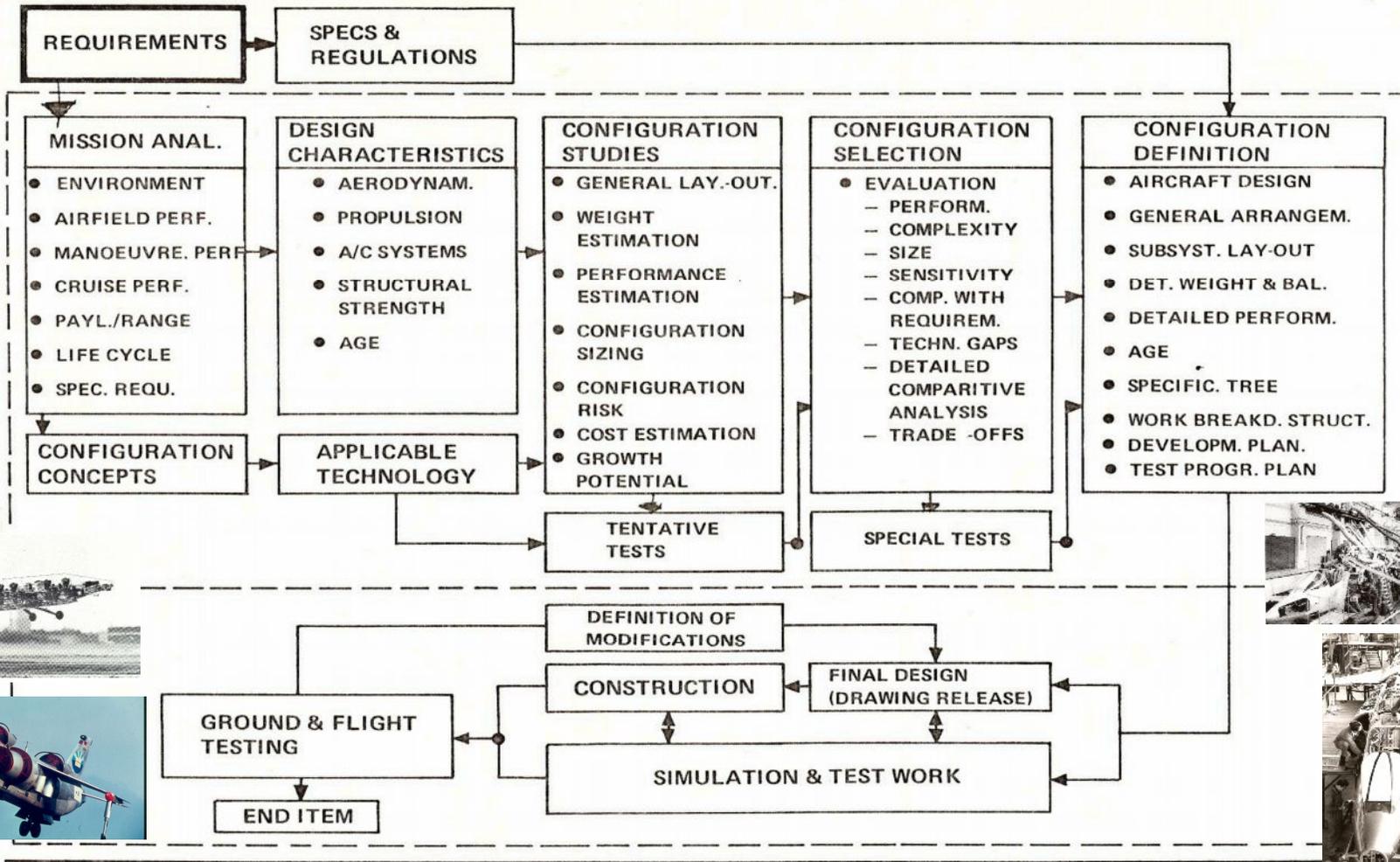


- NATO-Diskussion über den **Nachfolger Fiat G 91** mit V/STOL-Fähigkeit
- Übereinstimmend mit NATO, Ausschreibung der bundesdeutschen Regierung für ein „**Vertikal startendes Aufklärungs- und Kampfflugzeug VAK 191**“
- Angebote!

Focke-Wulf (später VFW)	VAK 191B
EWR	VAK 191 C
Fiat Aviazione	VAK 191 D
- Auswahl: VAK 191 B  
VFW in Zusammenarbeit mit Fiat (später im Unterauftrag)

# VAK191B Entwurfsoptimierung und Konfigurationsdefinition

Ref. Rolf Riccius/ Bernard Wolf, VFW-Fokker, AGARD, Oct. 1973



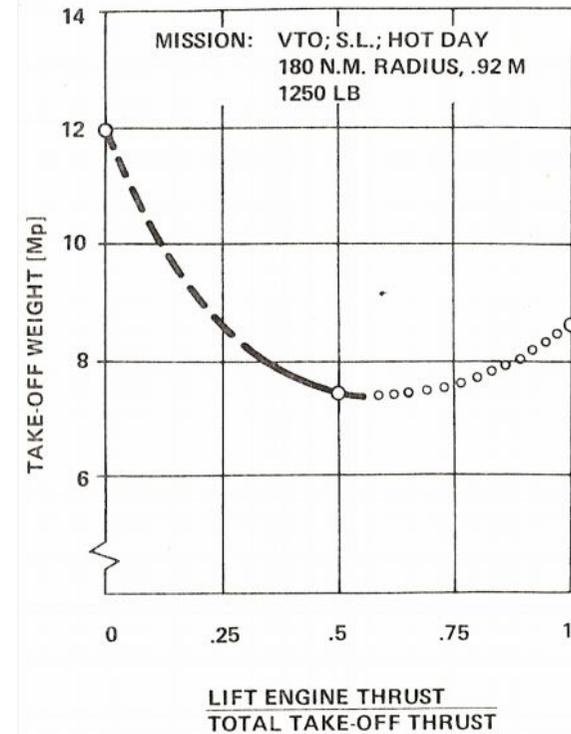
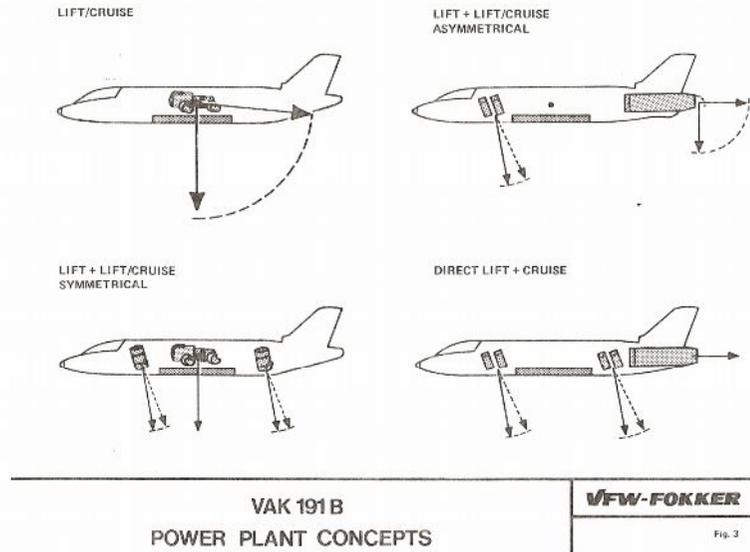
VAK 191 B  
DESIGN FLOW CHART

VFW-FOKKER

Fig. 2

# VAK191B Entwurfsoptimierung und Konfigurationsdefinition

Ref. Rolf Riccius/ Bernard Wolf, VFW-Fokker, AGARD, Oct. 1973



POWER PLANT CONCEPT					
THRUST ①	VTO	4.5	6.2	6.2	5
POWER PLANT WEIGHT	CRUISE	4.5	3.15	3.1	2.5
INT. LOAD BAY		NO	YES (FITS BEST)	YES	YES (INFLUENCE ON FUS. LENGTH)
CREW SAFETY (ENG. FAILURE)		LOW - ACCEPT.	UNACCEPTABLE	ACCEPT.	ACCEPT.
EMERG. FLIGHT AFTER ENG. FAILURE		NO	NO	YES (L.E. THRUST VECT.)	YES (L.E. THRUST VECT.)
GROUND EFFECTS		POSITIVE	NEGATIVE	POSITIVE	NEGATIVE

## Lift + Lift/Cruise



## Fahrwerk

- Konfiguration optimiert für VTOL-Betrieb
- Eine konventionelle Landung während Flugerprobung in Manching (Notfall)

## Hub/Schub-Reisetriebwerkseinlauf

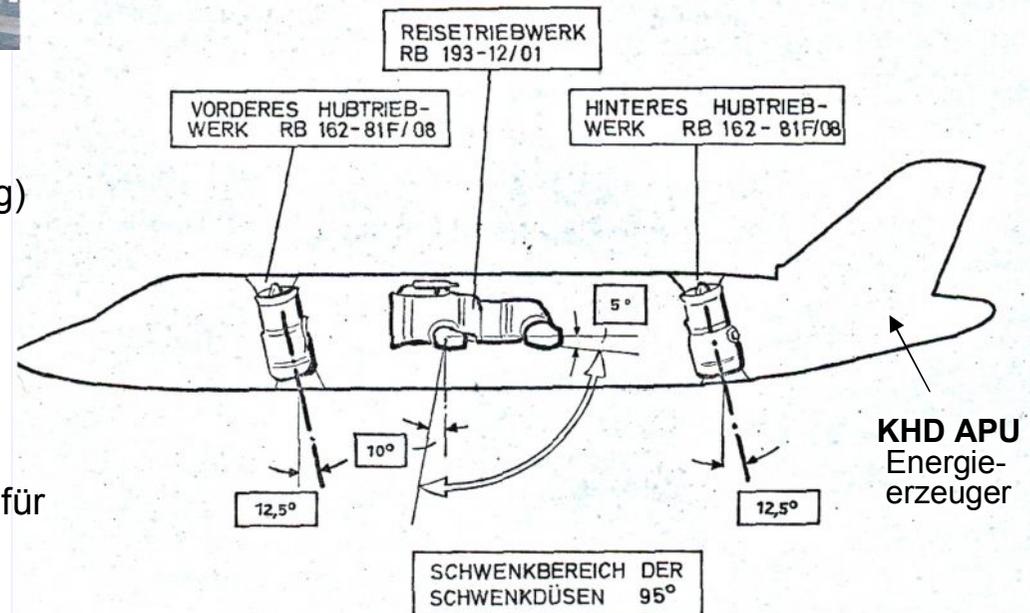
- Aussenkontur optimiert für  $M = 0,92$  (Reiseflug)
- Zusatzöffnung für VTOL und  $M = 0 - \text{ca. } 0,4$  durch bewegliches Vorderteil (hydraulisch)

## Hubtriebwerkseinläufe

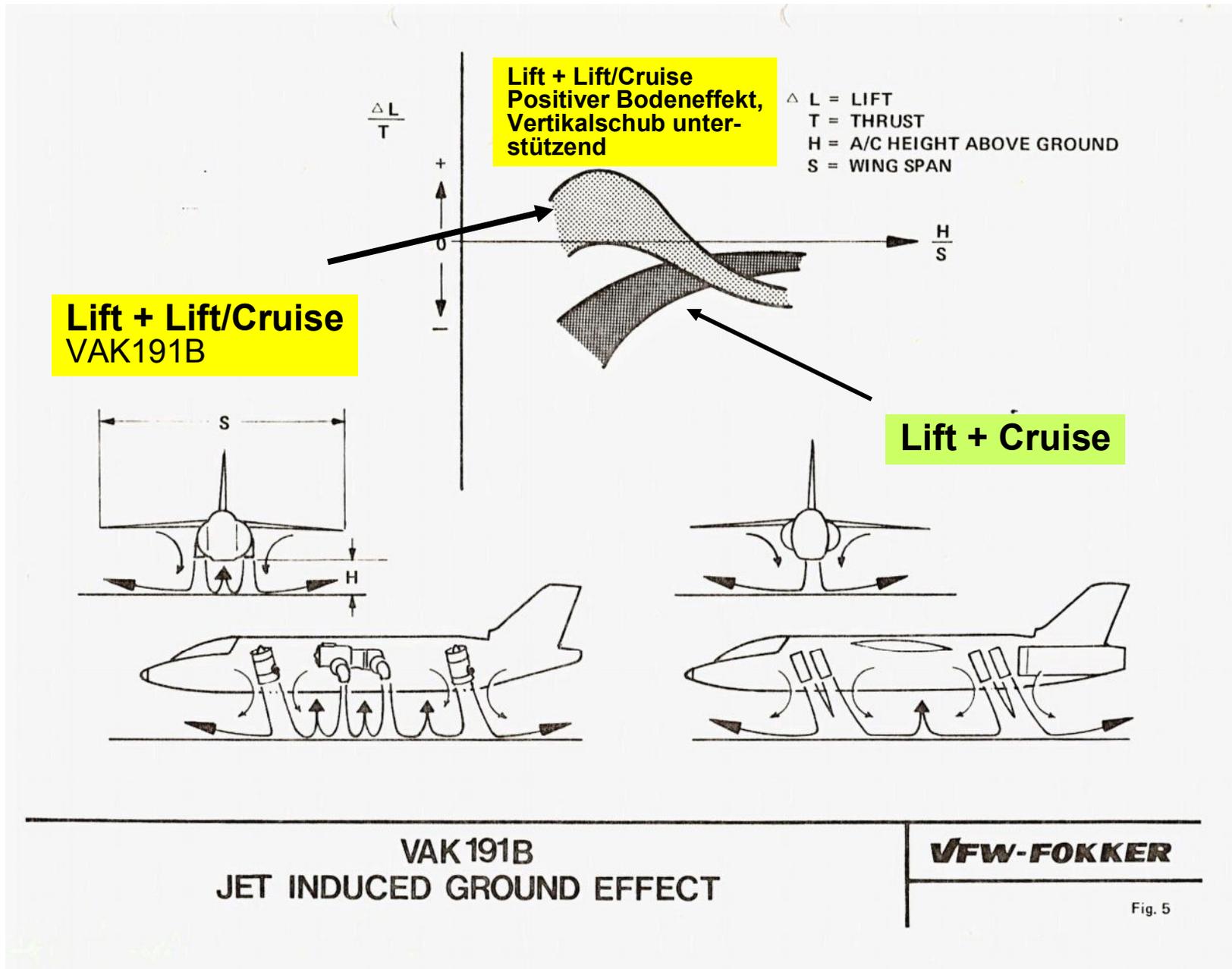
- Einlaufklappen öffnen/schliessen seitlich (sog. ventilierte Einläufe)
- Einlaufkontur optimiert für
  - 1) Querströmung
  - 2) Positives Druckgradient Einlass/Auslass für Hubtriebwerksanlassen im Fluge

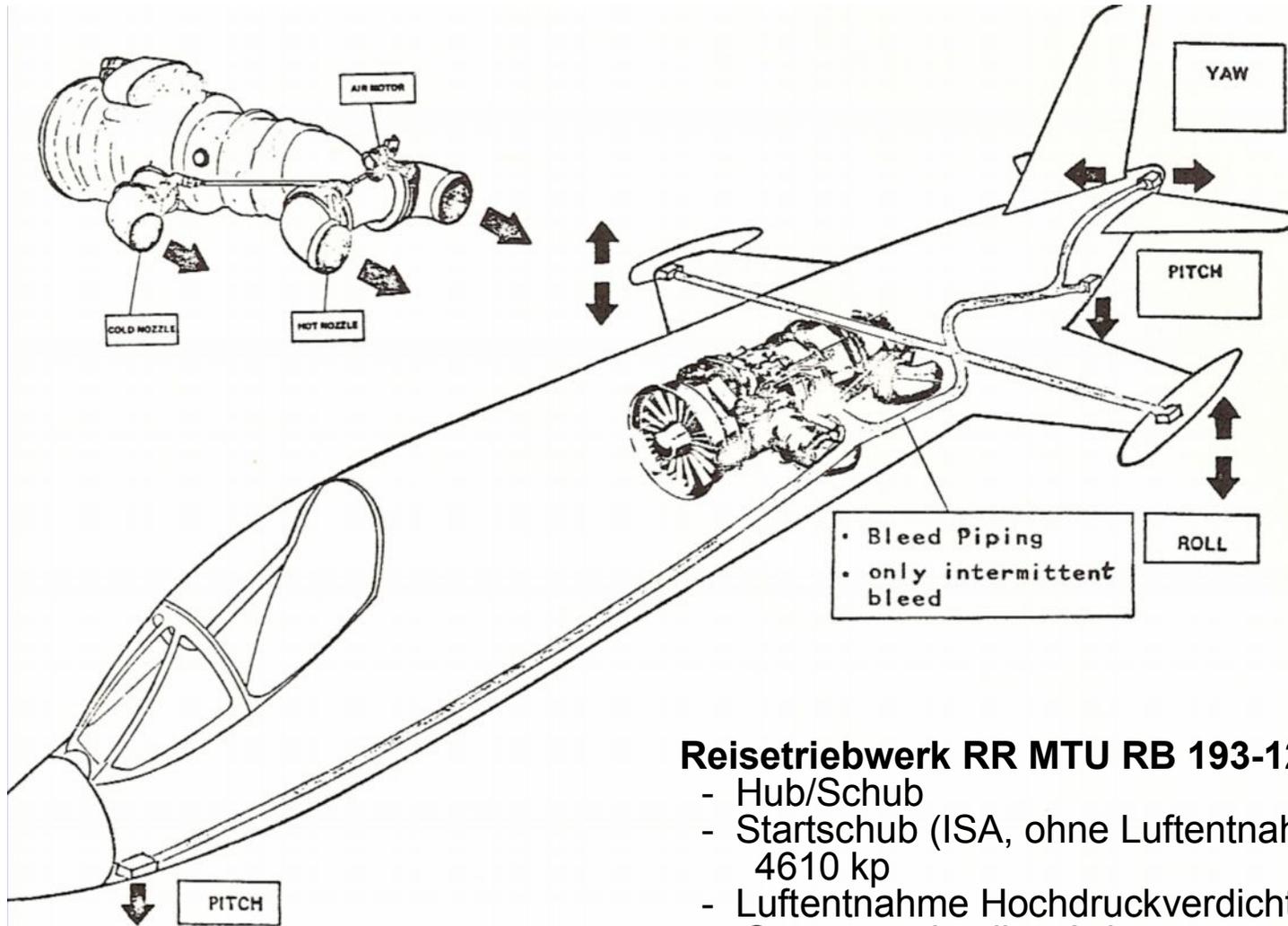
## Hubtriebwerksauslassklappen

- Schubablenkung (Axialschub) in späteren Versionen



Ref. Richard Smyth, VFW-Fokker, AGARD-PEP, July 1977



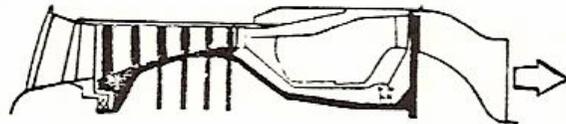


### Reisetriebwerk RR MTU RB 193-12

- Hub/Schub
- Startschub (ISA, ohne Luftentnahme)  
4610 kp
- Luftentnahme Hochdruckverdichter  
Steuerung in allen Achsen

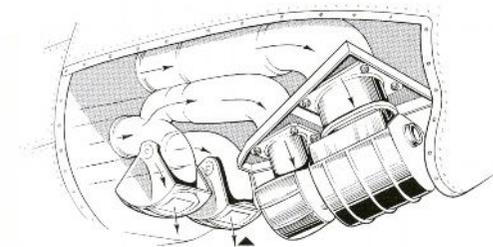
## Hubtriebwerke RR RB162-81F08

- Max Schub mit permanenter Luftentnahme 2700 kp

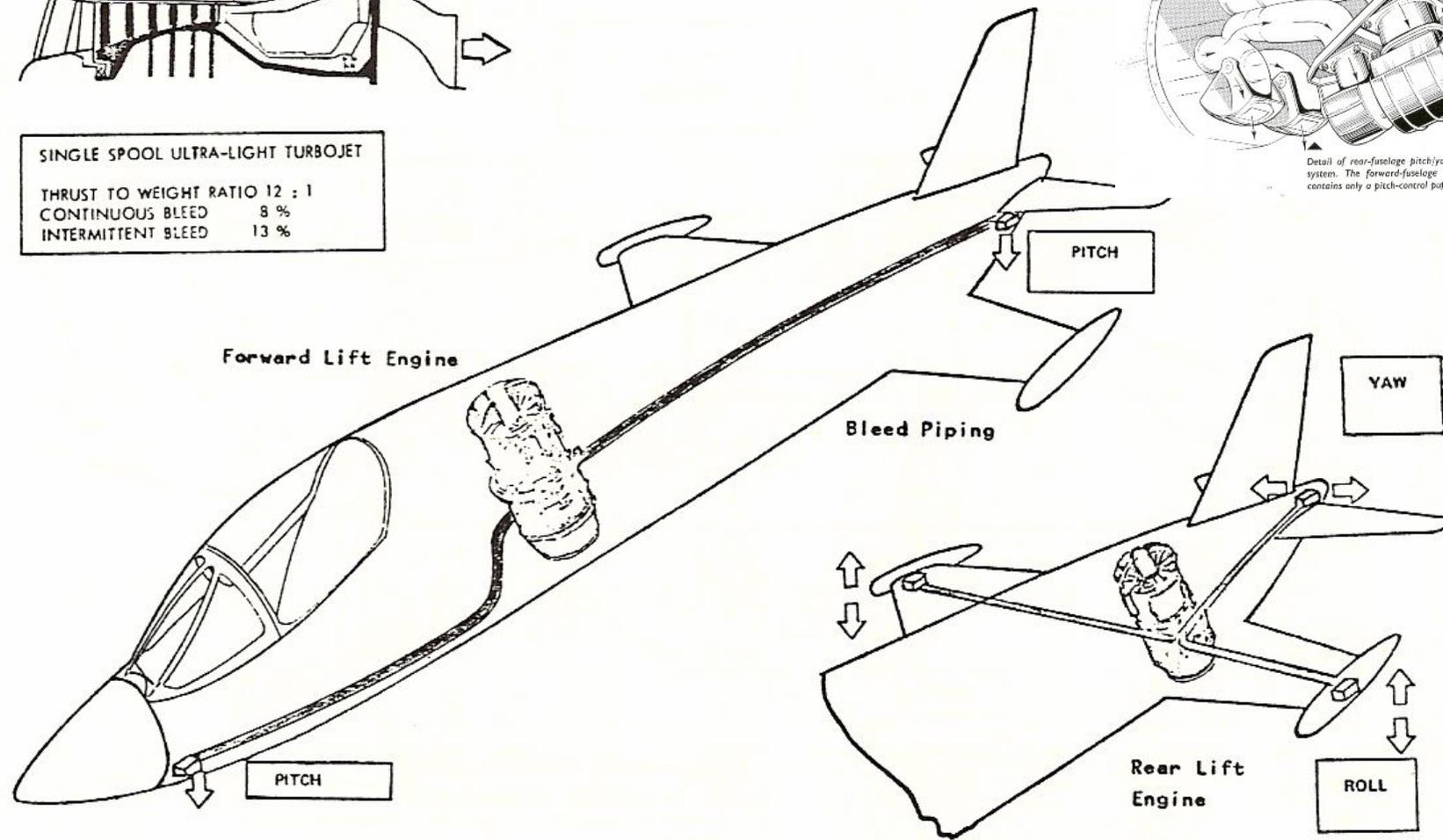


SINGLE SPOOL ULTRA-LIGHT TURBOJET

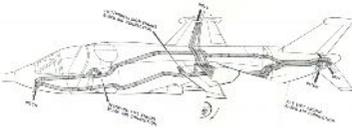
THRUST TO WEIGHT RATIO	12 : 1
CONTINUOUS BLEED	8 %
INTERMITTENT BLEED	13 %



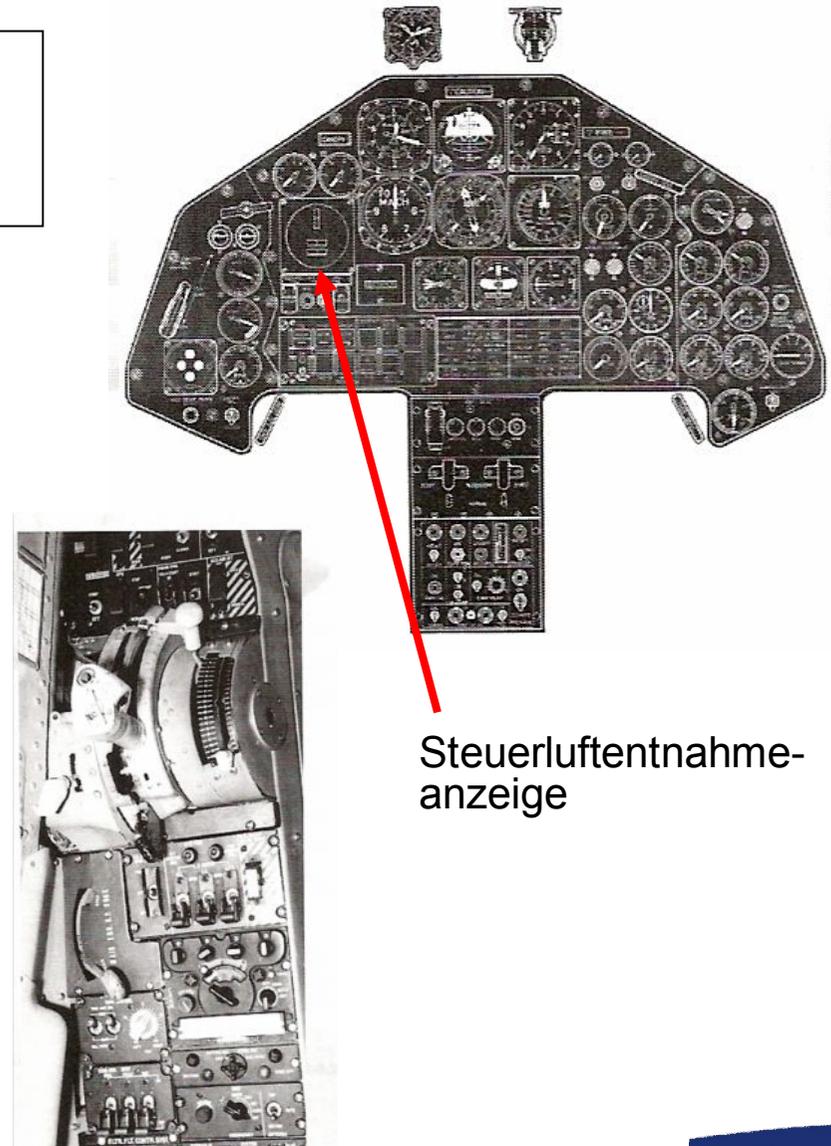
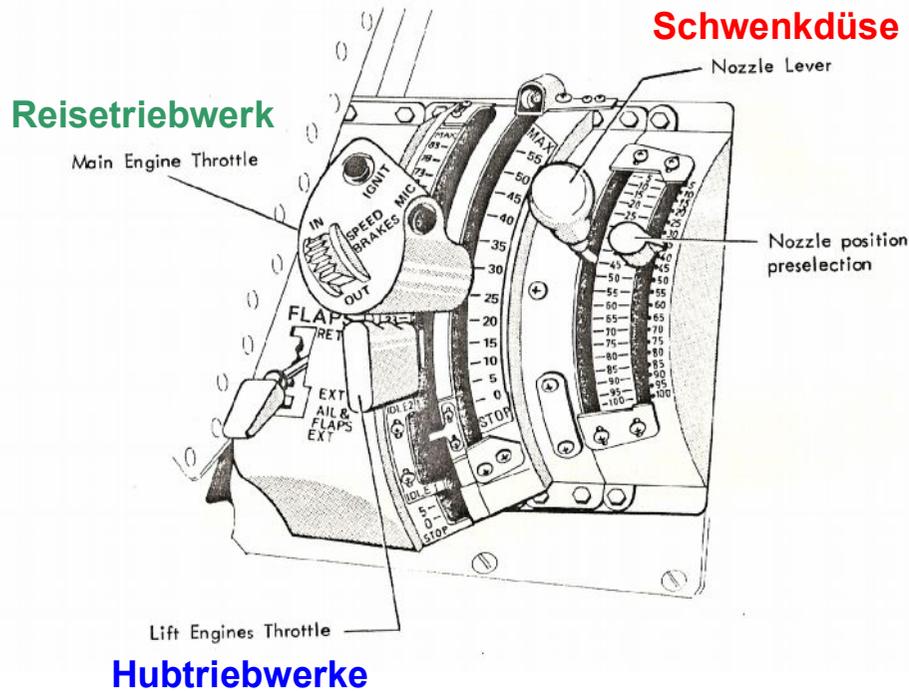
Detail of rear-fuselage pitch/yaw reaction system. The forward-fuselage installation contains only a pitch-control puffer.



**Steuerung und Stabilisierung im V/STOL-Bereich in allen 3 Achsen**  
 durch Druckluftdüsen, in der Nickachse zusätzlich Schubmodulation  
 der Hubtriebwerke

	<b>Normal</b>	<b>Zusätzlich</b>	<b>Max Moment</b>
<b>Nicken</b>	Luftentnahme Vord. HTW	Schubmodulation beider HTW'e	Luftentnahme Reisetriebwerk (Max für safe Pilot Escape bei Ausfall eines Hubtriebwerkes)
<b>Rollen</b>	Luftentnahme hinteres HTW		Luftentnahme Reisetriebwerk
<b>Gieren</b>	Luftentnahme hinteres HTW		Luftentnahme Reisetriebwerk

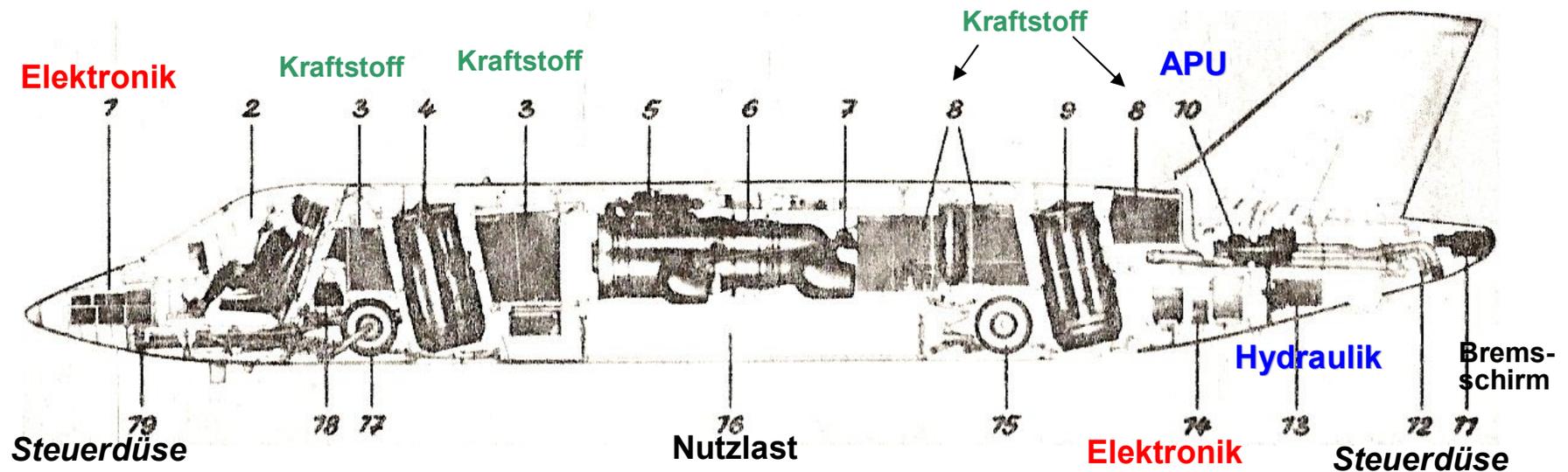
Steuerung **Reisetriebwerk**, **Hubtriebwerke** und **Schwenkdüsenposition**



# VAK191B Systeme, Flugsteuerung, Validation, Verification

## Systeme:

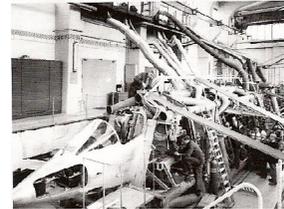
- Fly-by-Wire Flugsteuerung mit integrierten Stabilisierungssystem für den strahlgetragenen Betrieb. Redundantes System mit hoher Zuverlässigkeit.
- Built-in-Test (BITE) für automatische Kontrolle der Flugsteuerung und Bordsysteme
- 4000 psi Hydraulik-System (geringes Gewicht und Volumen)
- APU als unabhängige Energiequelle



# VAK191B Systeme, Flugsteuerung, Validation, Verification

## Validation und Verifikation durch Simulation und Test

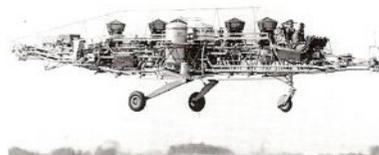
- Triebwerke und Schwenkdüsensystem bei RR und MTU:
  - Intensive Triebwerkstests mit simulierten Betriebszyklen
  - Reise- und Hubtriebwerkstests mit Nachbildung der Flugzeugeinläufen
  - Hubtriebwerkstest mit Hochgeschwindigkeits-Querströmung
- Aerodynamikversuche mit Heiss-Strahl-Simulation
- Steuerluftsystem-Teststand mit dynamischer Ansteuerung
- Komplette Systemprüfbank für Steuerungs- und Hydraulikanlage



- Simulation der VAK191B mit komplettem Cockpit



- Schwebegestell
- Fesselversuche





3 Flugzeuge in der Flugerprobung V1, V2, V3  
Deutsches Programm: 1971 - 1973  
Deutsch/US NAVY Programm: 1974 - 1975

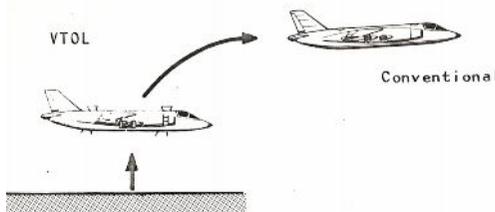


Erstflug mit V1: 10.Sept. 1971, Bremen  
V2 2.Oktober 1971, Bremen  
V3 17.Februar 1972, Manching

Erste volle Transition am 26.Oktober 1972  
Ablauf: Vertikalstart -

Abstellen und der Hubtriebwerke –  
Aerodynamischer Flug –  
Wiederanlassen der Hubtriebwerke –  
Vertikale Landung

Ergebnisse: Gute Übereinstimmung zwischen  
Vorhersage (Simulation) und Flugversuche.  
Keine Überraschungen nach 12 Transitionen

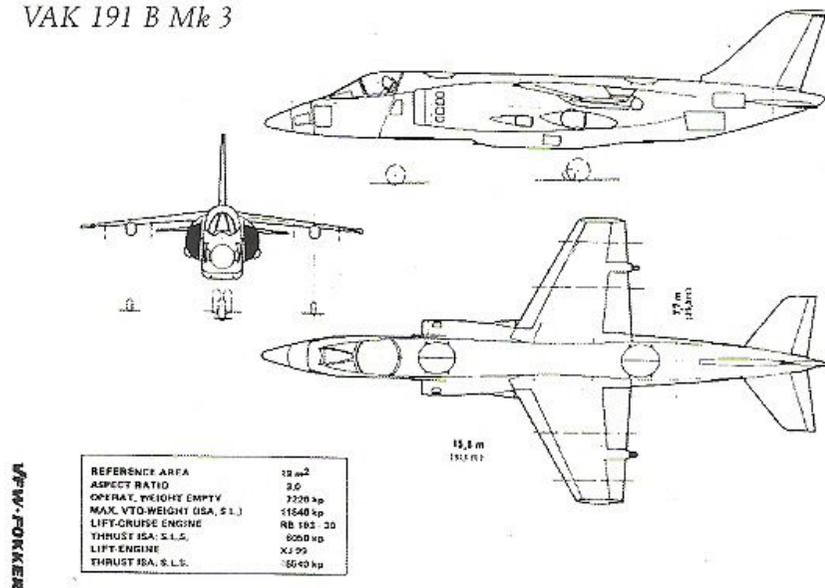


## Projektstudien:

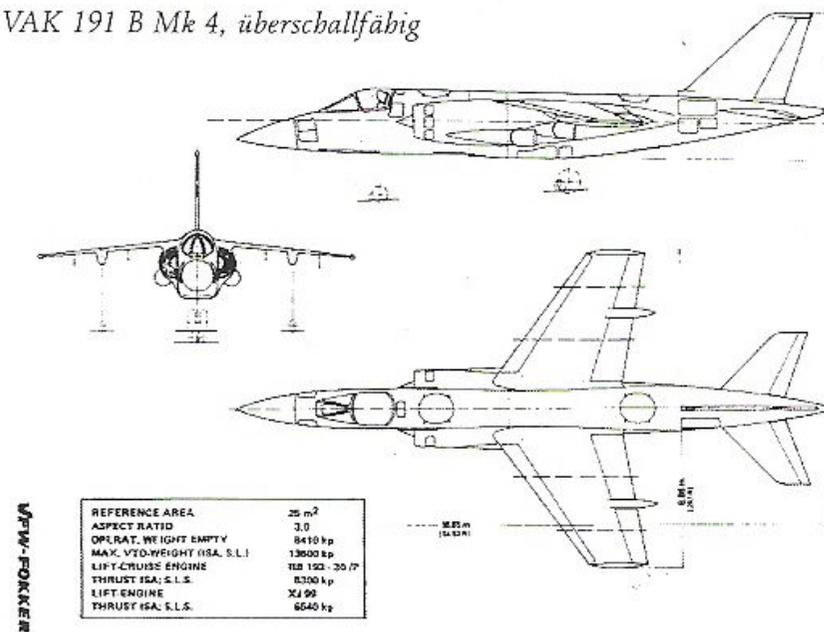
VAK191B Mk 3 als Serienversion mit größerer Flügelfläche und mehr Schub

VAK 191B Mk 4 als Überschallversion

VAK 191 B Mk 3



VAK 191 B Mk 4, überschallfähig



VAK191B als Technologie-Träger für die deutsche Beteiligung an zukünftigen militärischen und zivilen Flugzeugprogrammen:

- Fly-by-Wire Flugsteuerung
  - Einmaliges Know-How für multinationale Programme, vornehmlich Tornado und Airbus.
  - A320: Erstes Zivilflugzeug mit Flugsteuerung nach dem Fly-by-Wire Prinzip
  - Basis für alle weiteren Militär- und Zivilflugzeuge
- 4000 psi Hydrauliksystem  
Auswahl 5000 psi Hydrauliksystem für A380 mit entscheidenden Inputs von deutschem Expert-Center bei Airbus Deutschland in Bremen.
- Entwicklung und robuste realitätsnahe Nachweisführung von kritischen Systemen und Selbstdiagnose für die Bordanlagen:
  - Software und Hardware
  - Simulation und IntegrationstestsBahnbrechende Methoden, Prozessführung und Arbeitsweisen zur Vermeidung von späten Überraschungen beim Erstflug. Erhebliche Risikoverringerung für Flugsicherheit und Einhaltung von Programmanforderungen
- Anspruchsvolles Steuerluftsystem: Grundlage für Airbus-Verantwortung für Bleedluft-System und Klimaanlage (ATA 36, ATA 21) im Airbus-Programm.
- System-Integration auf Gesamtflugzeugniveau: Software und Hardware

# VAK191B

## Film Flugerprobung VAK 191B (9 min 40 sec)

Freundliche Genehmigung von EADS Deutschland, Corporate Communications.



© AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH. Alle Rechte vorbehalten.  
Vertrauliches und geschütztes Dokument.

Dieses Dokument und alle darin enthaltenen Informationen sind das alleinige Eigentum von AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH. Die Zustellung dieses Dokumentes oder die Offenlegung seines Inhalts begründen keine Rechte am geistigen Eigentum. Dieses Dokument darf ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung von AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH nicht vervielfältigt oder einem Dritten gegenüber enthüllt werden. Dieses Dokument und sein Inhalt dürfen nur zu bestimmungsgemäßen Zwecken verwendet werden.

Die in diesem Dokument gemachten Aussagen stellen kein Angebot dar. Sie wurden auf der Grundlage der aufgeführten Annahmen und in gutem Glauben gemacht. Wenn die zugehörigen Begründungen für diese Aussagen nicht angegeben sind, ist AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH gern bereit, deren Grundlage zu erläutern.

AIRBUS, das Airbus-Logo, A300, A310, A318, A319, A320,  
1e



**AIRBUS**

AN EADS JOINT COMPANY  
WITH BAE SYSTEMS

Mit freundlicher Genehmigung von EADS Deutschland  
GmbH, München 2002, Corporate Communications.