

Zerstörungsfreie Prüfungen im Rahmen der Lebenszeitverlängerung von Militärflugzeugen

Wilhelm KOLLMANN, Roland TROFAIER
Österreichische Luftstreitkräfte, Militärluftfahrttechnische und Logistische Dienste
Fliegerwerft 3, 4063 Hörsching
wilhelm.kollmann@bmlvs.gv.at

Kurzfassung. Die Düsentrainingsflugzeuge der Type Saab 105OE werden seit dem Jahr 1970 bei den Österreichischen Luftstreitkräften eingesetzt. Da ein Ersatz für diese „Ageing Aircraft“ zurzeit nicht vorgesehen ist, wurde ein weiterer Betrieb für einen Zeitraum von mehreren Jahren beschlossen.

Um nun die Lufttüchtigkeit der Flugzeuge auch in Zukunft zu gewährleisten, wurde ein Programm zur Feststellung und kontinuierlichen Überwachung der strukturellen Integrität von besonders belasteten Bereichen eingeführt. Im Vortrag wird die Prüfung von Tragflächen und Rumpfstrukturen mittels digitaler Radiografie und Wirbelstromverfahren dargestellt.

Flugzeug:

Die Saab 105OE (Saab 105XT) wurde in den 1960er Jahren als modifizierte Version des schwedischen Düsentrainers SAAB SK60 entwickelt. Die Modifikation umfasste unter anderem eine Verstärkung der Zelle, den Einbau stärkerer Triebwerke und die Möglichkeit der Bewaffnung mit ungelenkten Raketen sowie 3cm Revolverkanonen. Österreich beschaffte als einziger Kunde um 1970 40 Maschinen von denen noch 22 in Betrieb sind. Das derzeitige Einsatzspektrum ist Pilotenschulung und Luftraumüberwachung. Weiter kann das Flugzeug in einer viersitzigen Version als Verbindungsflugzeug eingesetzt werden.

Technische Daten:

Länge:	10,5m
Spannweite:	9,5m
Höhe:	2,8m
Maximale Abflugmasse:	5400kg
Höchstgeschwindigkeit:	Mach 0,83
Antrieb:	2x GE J85-17B je 1,3kN Schub
Maximales Lastvielfache:	+6,5g/-4g



Abb. 1 SAAB 105OE

Grundsätzliche Auslegung des Flugzeuges:

Mehrsitziger Schulterdecker in Leichtmetall – Schalenbauweise mit einteiliger, durchgehender Tragfläche sowie T-Leitwerk und zwei Turbojet-Triebwerken. Ausstattung mit 2 Schleudersitzen oder 4 Normalsitzen (umrüstbar).

Genietet, teilweise geklebte Konstruktion.

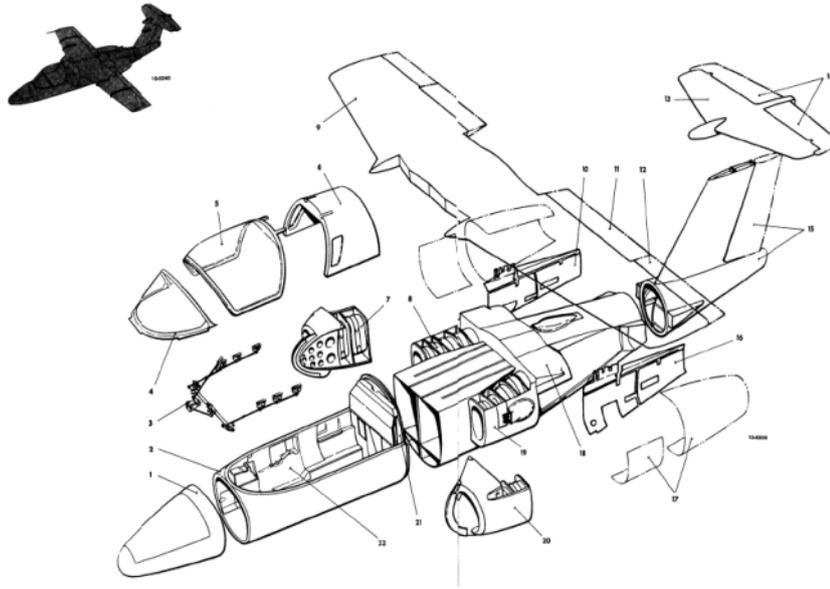


Abb. 2 Hauptstrukturkomponenten

Als Grundlage für eine Verlängerung der Lebenszeit wurden über einen längeren Zeitraum die Belastungen im Flug mit einem „Fatigue-Meter“ erfasst und auf Basis dieser Daten ein durchschnittliches Einsatz und Belastungsprofil für den Betrieb in Österreich erstellt. Diese Daten ermöglichten es der Firma Saab als „Design Authority“ einerseits flugstundenbezogene Grenzwerte für einen sicheren Betrieb zu definieren und andererseits begleitende Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen vorzugeben.

Ein wesentlicher Aspekt dieser Maßnahmen ist die zerstörungsfreie Prüfung der Verbindungsstellen der Tragflächen (Splices) mittels Durchstrahlungsprüfung sowie die Wirbelstromprüfung der Lasteinleitpunkte in den Flugzeugrumpf.

Diese Vorgaben wurden mit einem „Service Bulletin“ der Firma SAAB an die Österreichischen Luftstreitkräfte übermittelt und durch die „Militärluftfahrttechnischen und Logistischen Dienste - MLLD“ als technisch zuständige Militärluftfahrtbehörde in Technische Anweisungen (TA) umgesetzt.

Durch die interne ZfP-Organisation wurden die Beschaffung der erforderlichen Prüfausrüstung, die Erstellung der Prüfanweisungen, sowie die Einweisung des Prüfpersonals durchgeführt. Die eigentlichen Prüfungen werden durch internes Prüfpersonal –nach ÖN EN 4179 qualifiziert -durchgeführt

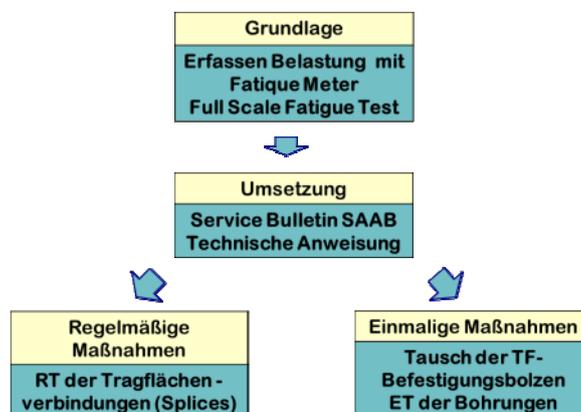


Abb3: Grundsätzlicher Ablauf der Umsetzung

Durchstrahlungsprüfung der Tragflächen:

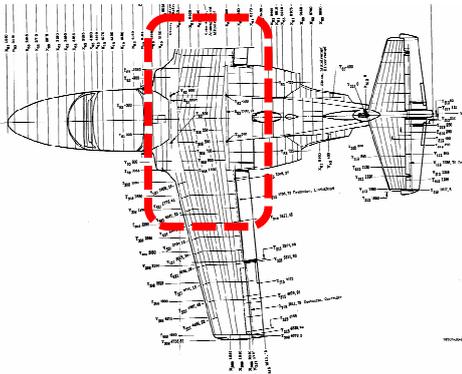


Abb. 4 Prüfbereich-Flugzeug

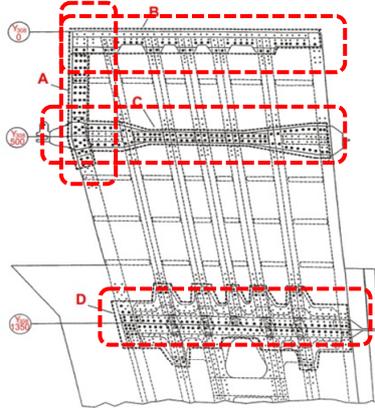


Abb. 5 Prüfbereiche-Tragfläche

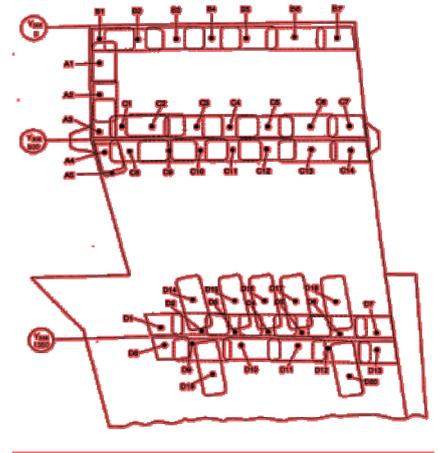


Abb. 6 Film(Folien) Lageplan

Aufnahmeanordnung:



Abb. 7 Röhrenposition



Abb. 8 Folien einlegen

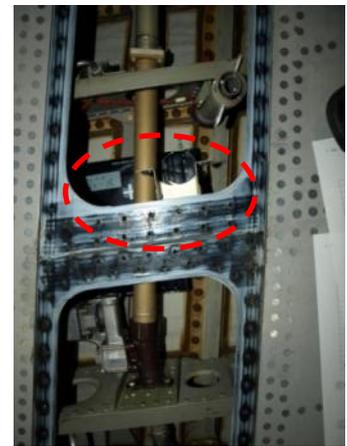


Abb. 9 Folienlage

Prüfgerät

Röhre: 160kV DC-Gerät, Brennfleck 1,0mm (0,5), Be – Filter.

Folien: Digitalspeicherfolien HD 10 x 24cm

Scanner: Laserscanner HD-CR 35 NDT, Auflösung verwendet: 50 μ

Aufnahmeparameter:		BG-Prüfkörper:	
FF:	1000mm	Din Steg	10-16 Al
Röhrenspannung:	50 – 70 kV	Pt-Doppeldrahtsteg	EN462-5
Röhrenstrom:	6mA	Eigenanfertigung (Blech geschlitzt)	
Belichtungszeit:	70 – 90 sec		

Die Speicherfolien werden, zum Schutz gegen mechanische Beschädigung sowie Restkraftstoff in den Integraltanks, doppelt in Schutzhüllen (Abb.10) verpackt. Als Streustrahlungsschutz wird 1,5mm Bleiblech eingesetzt. Entsprechend der Tragflächengeometrie ist es erforderlich die Folien für bestimmte Prüfpositionen zuzuschneiden. (Abb. 6)



Abb. 10 Verpackung der Folien



Abb. 11 Ausleseeinheit

Bildgüteprüfkörper:

Pt-Doppeldrahtsteg nach EN 462-5, Al-Drahtsteg nach 462-1 sowie Eigenfertigung mit Blechstärken ca. 3mm (Nachbildung Flügelaufbau) und erodierten Schlitzn $b = 0,1\text{mm}$ in den Längen 5, 10, 15 und 20mm

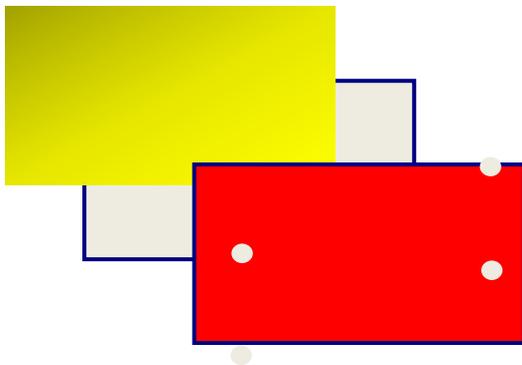
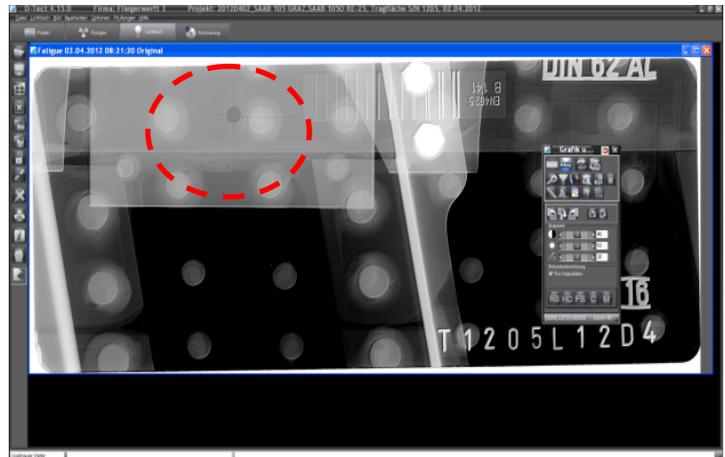


Abb. 12 BG-PK Eigenfertigung



Prüfergebnisse:

Alle Flugzeuge im Tragflächenbereich „D“ (Abb. 5) geprüft, keine Rissanzeigen in strukturell wesentlichen Baugruppen. Drei Tragflächen gesamt geprüft – ebenfalls keine Risse festgestellt. Die in der Abbildung 14 dargestellten Risse entstanden als Folge eines unter Spannung montierten Abdeckbleches an einem nicht tragenden Strukturteil.

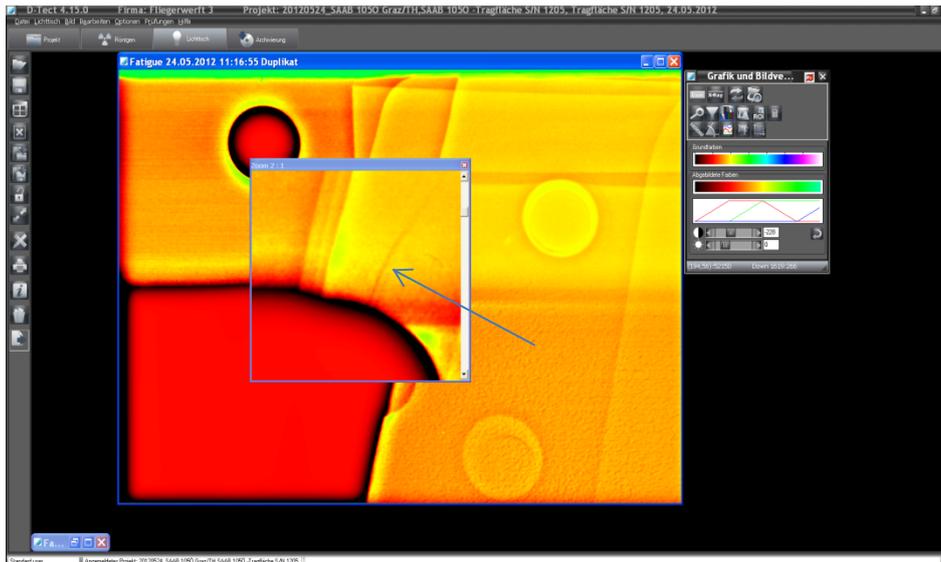


Abb. 14 Rissanzeige

Vergleich digitales Speicherfoliensystem mit konventioneller Filmtechnik:

	Film	Folie	Anmerkung
Auflösung (Basis D4)	+		Bei 50 μ Auflösung
Belichtungsparameter		+	Belichtungszeit ca. 60% gegenüber Film.
Auslesen/Entwickeln		+	Bei 50 μ Auflösung 1 min.
Doppelfilmtechnik		+	Bei Folie nicht erforderlich
Bildauswertung		+	Bildauswertungstools
Dokumentation		+	Datenträger, Prüfbericht automatisiert....
Nachvollziehbarkeit	+	+	Roh-Bild wird gespeichert
Ergebnispräsentation/Verteilung		+	Datenträger, Internet...
Mobiler Einsatz		+	Nur el. Anschluss, keine Dunkelkammer
Unregelmäßiger Einsatz		+	Reinigung Entwicklungsgerät, Lagerzeit Chemie.
Umwelt		+	Entwicklerchemie entfällt
Arbeitnehmerschutz		+	Kein Umgang mit gefährlichen Stoffen
Anschaffungskosten	+		
Betriebskosten		+	

Zusammenfassung RT:

Durch den Umstieg von der traditionellen Filmtechnik auf Radiografie mit Digitalspeicherfolien konnte bei der dargestellten Prüfaufgabe eine wesentliche Optimierung des gesamten Prüfablaufs erzielt werden. Verkürzte Prüfzeiten durch kürzere Belichtungszeiten und deutlich geringerer Zeitbedarf für die Bilderstellung (Auslesen) werden ergänzt durch wesentlich bessere Mittel der Bildauswertung und Bilddokumentation über die Bearbeitungs- und Archivierungssoftware.

Ein weiterer Vorteil bei einem mobilen Einsatz, wie im vorliegenden Fall, ist der Wegfall der gesamten Filmchemie mit dem dafür erforderlichen Aufwand.

Wirbelstromprüfung der Tragflächenanschlüsse:

Prüfumfang:

Die Lasteinleitpunkte der Tragflächen in den Flugzeugrumpf (Abb15) werden einer Wirbelstromprüfung unterzogen. Anschließend werden die Bohrungen aufgerieben erneut rissgeprüft und Übermaßbolzen aus Titanlegierung gesetzt.

Um die Positionierung der Rumpfstrukturelemente nicht zu verändern ist es erforderlich schrittweise vorzugehen, d.h. es wird im ersten Ansatz nur ein Teil der Bolzen entfernt, geprüft, aufgerieben, wieder geprüft und neue Bolzen gesetzt. Im zweiten Schritt wird dann der Rest bearbeitet und geprüft.

In Summe sind 42 Bohrungen im Durchmesserbereich von 8-12mm zu bearbeiten.

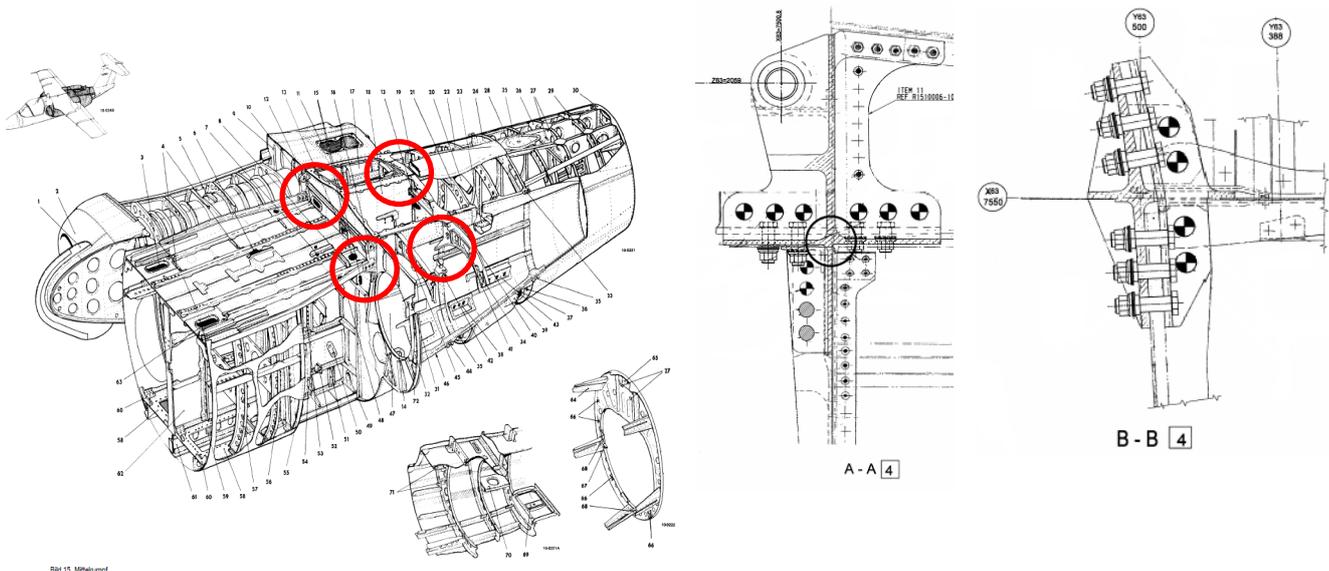


Abb. 15 Rumpfstruktur mit Prüfbereichen



Abb. 16 Prüfung mit flexiblen Rotiersonden

Prüfgerät ist ein Handprüfgerät mit Impedanzebenen - Darstellung. Die Bewertung der Anzeigen erfolgt sowohl in der Impedanzebene als auch in der Y-t Darstellung.

Als Prüfsonden kommen rotierende Sonden mit Sender-Empfänger Spulensystemen, geteiltem Kern in Differentialschaltung zum Einsatz („Split Core Design“)

Prüffrequenz 300kHz
Signalfilter: HP

Die Rotiersonden wurden für die jeweils zu prüfenden Bohrungsdurchmesser gefertigt und sind mit einem flexiblen Schaft ausgestattet, da einige Prüfbereiche nicht in gerader Linie zugänglich sind.

Testkörper:

Der Testkörper besteht analog der Rumpfstruktur in den Prüfbereichen aus 3 vernieteten Blechen aus einer vergleichbaren Al-Legierung mit Bohrungen von 6,8,10,und 12mm. Testfehler sind erodierte Nuten mit einer Breite von 0,1mm.

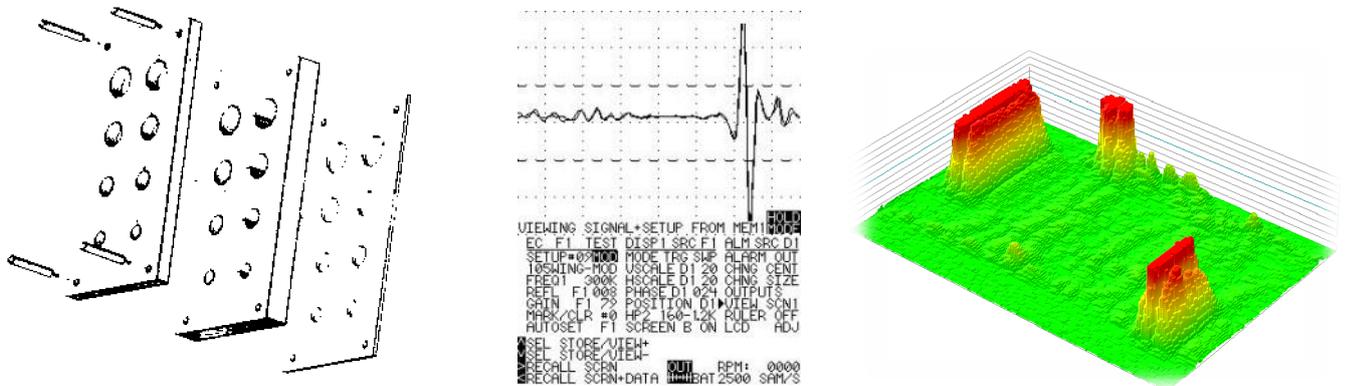


Abb. 17 Testkörper mit Anzeigen von Testfehlern

Prüfergebnisse:

Keine relevanten Anzeigen in den Bohrungen nach dem Aufreiben.

Anzeigen bei der Prüfung vor der Bearbeitung (Abb. 18) konnten nach endoskopischer Untersuchung auf Riefen und Kratzer, welche durch das Auspressen und Ausschlagen der alten Bolzen verursacht wurden, zurückgeführt werden



Abb. 18 Anzeige eines Kratzers in einer Bohrung und endoskopischer Befund

Zusammenfassung:

In dem seit nunmehr 4 Jahren laufenden Prüfungsprogramm, wurden alle SAAB 105OE Flugzeuge der Österreichischen Luftstreitkräfte zumindest in Teilbereichen der Struktur erfasst. Es wurden keine relevanten Risse festgestellt

Aus Sicht der ZfP wird daher mit hoher Sicherheit festgestellt, dass keine Rissbildung auf Grund struktureller Ermüdung in den untersuchten Bereichen vorliegt. Eine Verlängerung der Strukturlebensdauer kann daher vorgeschlagen werden.