



# Affordable Space Missions

## Test- & QS Konzepte

Franz Lura/FA-SK BA

Final Presentation, 16. 08. 2005



## Grundprinzipien der QS, abgeleitet von BIRD für Nachfolger *„realistisch, glaubwürdig, bedarfsgerecht“*

Höchste Priorität hat „design to cost“ , d.h. “bezahlbar“ durch:

- Kompetente QA; Prozeduren und Vorgehensweisen mit Sachverstand prüfen und entsprechend steuern  
(u.a. Standardmethodik an Missionserfordernisse anpassen)
- Starke Entformalisierung der QS:  
Reduzierung von „Papier“ und Maximierung des Erfahrungsaustausches der Entwickler sowie gegenseitiges Aufpassen und Mitdenken.  
(QS als Bedürfnis und happyness nicht, weil alles glatt läuft, sondern weil schon in der Entwicklungsphase die Fehler gefunden werden!)
- Sicherstellen des Erfahrungsaustausches und der Kooperation zwischen QS- , System- und Entwicklungsingenieur
- Einsatz von „Commercial Parts with related qualification (screening, burn in, conditioning)“, zugeschnitten auf die Missionserfordernisse, als Baseline (COTS); „Highrel Parts“ nur für kritische Bereiche (PDH ,BC, ..)  
– aber auch dann: im Zweifelsfall “testen statt glauben”!



## AIV-Prinzipien & Kontrollmechanismen (Leitfaden)

- Überprüfung von Design auf Zweckmäßigkeit, Toleranz, Derating, Herstellbarkeit, Vorschriften- u. Normenkonformität, Interfacekompatibilität herunter bis Bauteilelevel
- Einganginspektion für kritische Komponenten
- Inspektionen während der Fertigung (Einhaltung von Prozeduren, Vorschriften Qualitätsforderungen und Einsatz-/Umweltbedingungen)
- Überprüfung und Freigabe von Testprozeduren (Systemebene)
- Inspektion vor Freigabe zu Funktionstests und ausgesuchte Inspektionen von Funktionstests auf unterster Systemebene (Zweckmäßigkeit, Aussagefähigkeit, Einhaltung von Vorschriften, Zustand der Prüfmittel (nicht nur Gültigkeitstermin der Kalibration!))
- Kontrolle von Testberichten ab Subsystemebene sowie Durchsicht, Prüfung und Freigabe von Q-Testberichten
- Endabnahme/Freigabe auf Grundlage der Gesamtsystemtests



## PA Programm Elemente (1)

Die Hauptaspekte der Produktsicherung sind im Doc. **AFF-RD-QP-DLR-2126/D** von QP (W. Jobi) **auf ca. 50 Seiten!** zusammengestellt worden und betreffen

- Product Assurance Management
- Quality Assurance
- Dependability (Reliability, Availability and Maintainability Assurance)
- Safety Assurance
- EEE Parts (Components)
- Mechanical Parts, Materials and Processes (PMP)
- Software Product Assurance
- GSE Product Assurance

Dieses sehr umfassenden Doc. ist Höchststandard, seine unbedingte Anwendung ist kostentreibend. Deshalb muß daraus ein an die jeweilige Zielstellung angepaßtes Arbeitsdokument herausgefiltert werden.



## PA Programm Elemente (2)

Der angepasste Plan soll 2 Hauptaufgaben erfüllen:

1. Frühzeitige Planung zur Berücksichtigung aller erforderlichen Maßnahmen
2. Festlegung über die Realisierungstiefe der einzelnen Maßnahmen

Für BIRD wurden z.B. die Zuverlässigkeit auf Subsystemebene abgeschätzt und an den relativ schwächsten Stellen im Entwurf entsprechende Anpassungen vorgenommen.

In einer Matrix sind für BIRD auch die grundsätzlichen Abweichungen dargelegt (mit Begründung, warum einzelne Maßnahmen nicht o. weniger umfangreich zur Anwendung kamen).

Für einen BIRD-Nachbau ist vorher festzustellen, ob die Voraussetzungen im Einzelfall weiterhin gelten, oder ob andere oder weitere Maßnahmen erforderlich sind.



## Modellphilosophie (1)

Die Modellphilosophie entsteht in einem iterativen Prozeß, der die programmatischen Zwänge zu berücksichtigen hat und dementsprechend die Verifikationsstrategie und daraus die Anforderungen an Integrations- und Testprogramme feststellt.

Wesentliche Treiber sind die Verifizierungsanforderungen aus dem Projekt.

Für OOV-Testplattformen, die „einfache Ableitungen“ von BIRD sind, wird (abgeleitet aus den Erfahrungen mit BIRD) eine angepaßte ProtoFlight-Philosophie (PFPh) empfohlen.

Die „reine“ PFPh braucht im Prinzip nur ein PFM (ProtoFlightModell), das am Ende als FM (FlugModell) auch geflogen wird.



## Modellphilosophie (2)

Kriterien zur Anwendung der PFP<sub>h</sub> für solche OOV-Testplattformen sind:

- keine kritischen Technologien für das Design verwenden
- weitgehend qualifizierte HW einsetzen
- Redundanz für überlebenswichtige Komponenten/Subsysteme realisieren
- ausreichendes Derating für Komponenten, die über einen Systemausfall entscheiden
- gewisse Kompromisse hinsichtlich Risiken/Kosten werden hingenommen
- Entwicklung, Fertigung, Integration und Tests erfolgen ausschließlich mit erfahrener Personal

Bei Einhaltung dieser Kriterien liegt der Vorteil vor allem in der hohen Qualität bei relativ geringen Kosten.



## Modellphilosophie (3)

Sind völlig neue Subsysteme (z.B. Propulsionsystem(e), Booms, ...) in die S/C-Struktur zu integrieren, die erhebliche Auswirkungen auf das Systemverhalten haben, wird eine angepasste 2 ½ - Modellphilosophie empfohlen.

Je nachdem auf welches Subsystem sich das neue Designs stärker auswirkt und in Abhängigkeit davon, wie dadurch der Q-status der „BIRD-Konfiguration“ in Frage gestellt wird, sollte das PFM entweder aus einem weitgehend schon original zum FM aufgebauten STM oder EM weiter-/hochgerüstet werden.

Mit dem ½ Modell sind erforderliche Q-Tests durchzuführen.

Ein diesbezügliches QM (QualifikationsModell) muß die Satellitenkonfiguration nur entsprechend der Interfaces zur Satellitenkonfiguration in allen quantitativen und qualitativen Parametern sicherstellen.





## Integration & Tests (1)

Wegen der einfachen Logik, dass Integration und Test am Ende eines Projekts kommen, beweist sich hier folglich besonders sorgfältige Planung.

Das Markenzeichen von gutgemachten Kleinsatellitenprojekten ist ein gut organisiertes, umfassendes Testprogramm für das integrierte System, ebenso aber auch die Durchführung spezieller Tests auf Komponenten-Level.

Das Hauptgewicht liegt aber auf den Systemtests.

Das Interface Control Document (ICD) ist frühzeitig in den Projektablauf einzubauen. Viele Integrationsprobleme werden dadurch vermieden bzw. beseitigt.

Unmittelbar nachdem das ICD festgelegt und jedem zugänglich ist, muß Einigkeit aller Beteiligten bezüglich der Testplanung herbeigeführt werden, um die Arbeiten zur Vorbereitung und Umsetzung der Integrationstests zu beginnen (nicht erst gegen Ende des Projekts forcieren, weil dadurch erfahrungsgemäß letztendlich das Projekt nur verzögert wird und Kosten hinzukommen!)



## Integration & Tests (2)

Der Schlüsseltest ist der Test des vollständig integrierten Satelliten (Final Integration System Test/FIST). Ein gut gewählter FIST soll die Einhaltung aller Anforderungen und sämtliche Funktionen nachweisen.

Wer hierbei spart, verliert!

Vortests können hilfreich und kosten sparend sein.

Ebenso wie die mechanisch-dynamischen Belastungstests sind Thermal-Vakuum Tests unverzichtbar. TV-Tests sind gewöhnlich auch die einzige Möglichkeit, das Raumfahrzeug in einem Signalklima laufen zu lassen, das dem der geplanten Mission nahe kommt, so dass solche Tests auch für die EMV-Prüfung aller Raumfahrzeuguntersysteme genutzt werden sollten.

Vorrangiges Ziel der TV-Tests ist aber die Validierung des thermischen Modells, um das tatsächliche thermische Verhalten des Raumfahrzeugs im Orbit vorauszusagen.



## Anforderungen an die Softwareentwicklung im System- und Software Engineering Zyklus (1)

Empfehlung: vorhandene BIRD - Softwaresysteme im Rahmen der OVV Entwicklung mit möglichst geringen Kosten und kurzfristig auf neue Nutzlast-Funktionalitäten kommerzieller Kunden anpassen.

Anforderungen an Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wartbarkeit des gesamten Systems müssen bei derartigen Software-Anpassungen gleichermaßen analysiert und behandelt werden, da speziell die on-board Software die Sicherheit und Verlässlichkeit des gesamten on-board Systems grundlegend beeinflusst.

Effektivität und Kostenaufwand derartiger Softwareanpassungen sind in starkem Maße von folgenden Faktoren abhängig

1. von den schon während der BIRD Entwicklung angewendeten elementaren Software-Investitionsschutz-Maßnahmen (z.B. Verfügbarkeit von Entwicklungsdokumentationen, anwendungsbereiten Werkzeugketten, usw), ebenso aber auch von der Verwendbarkeit vorhandener Software – Testsysteme.



## Anforderungen an die Softwareentwicklung im System- und Software Engineering Zyklus (2)

2. von der Architektur der Software-Subsysteme, insbesondere hinsichtlich ihrer strukturellen Möglichkeiten zur einfachen, sicheren Erweiterung/Modifizierung der Softwarefunktionalitäten.
3. Von den Erfahrungen des an der BIRD-Entwicklung beteiligten und für die OVV Entwicklung verfügbaren Personals bzgl. der softwaretechnischen Umsetzung spezifischer Anforderungen und ihrer Bewährung im Missionsbetrieb.
4. von dem vorhandenen Erfahrungspotential zur Anwendung geregelter Prozesse  
hinsichtlich ihrer Stärken und Defizite während der BIRD- Entwicklung und des Missionsbetriebes als Ausgangspunkte für die Gestaltung der OVV-Entwicklungsprozesse.
5. von der gezielten effektiven Gestaltung der System- bzw. Software-Wartungs- und Entwicklungsprozesse einschl. Werkzeugumgebung für die OVV Plattform.



# Optimale Test- & QS Konzepte brechen die Spitzen

