



## Zuverlässige Baugruppen für die Luft- und Raumfahrt

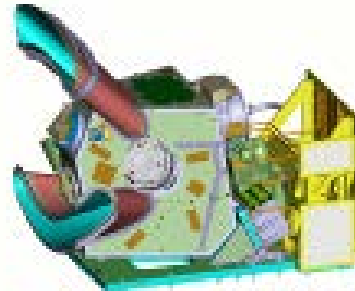
Nicole Bergner / 29.05.2018



- Anforderungen an Elektronik-Entwicklung, -Design, und -Fertigung
- Standards und Richtlinien
- Zuverlässigkeitstests für Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen



- **ASTRO10:**  
Lebensdauer im  
Orbit 10 Jahre



- **Sentinel 3:**  
Lebensdauer im  
Orbit bis 12 Jahre



- **ASTRO 15:**  
Lebensdauer im Orbit  
15 Jahre

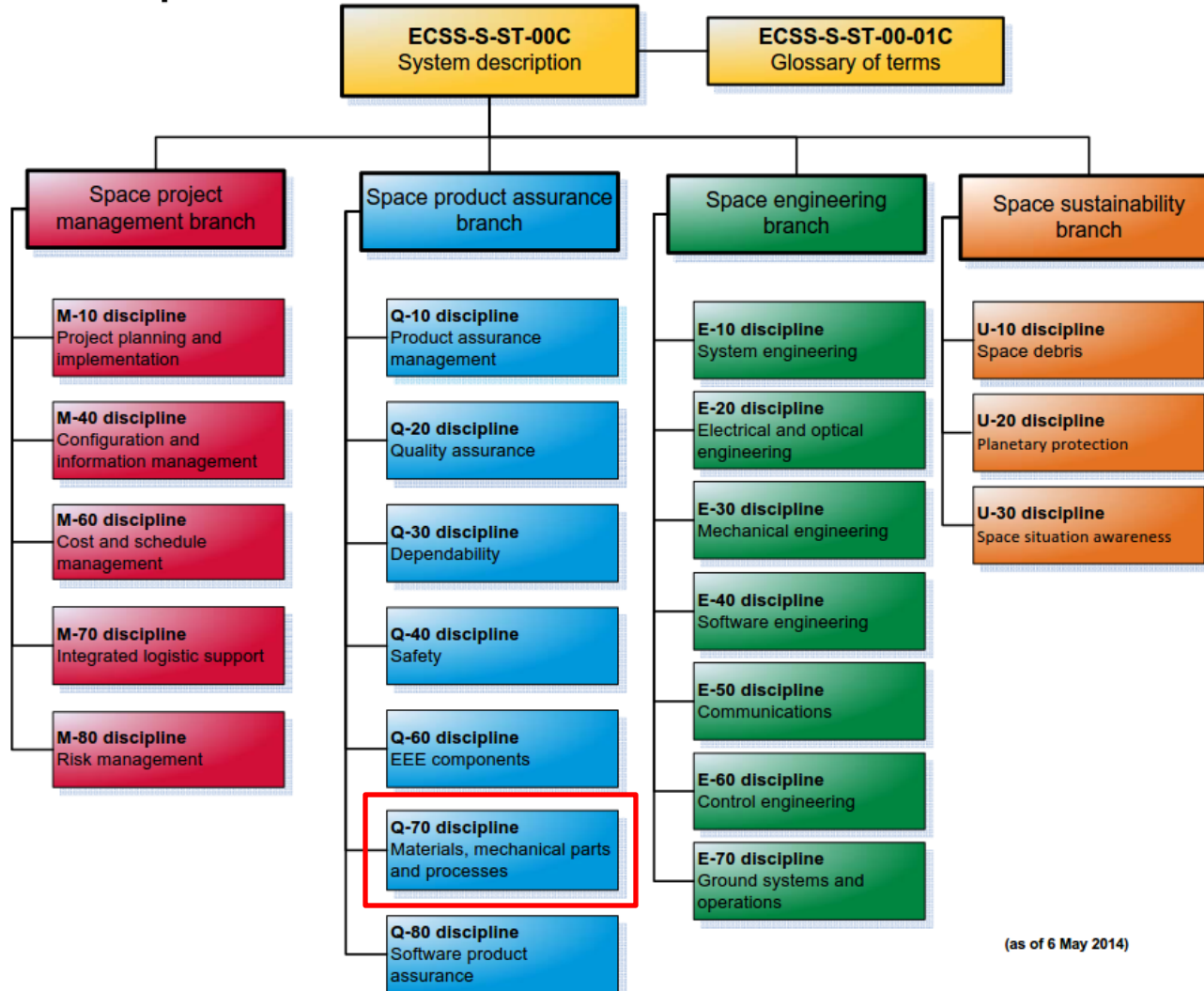


- **ASTRO APS:** Lebensdauer im Orbit 18 Jahre

## Umweltanforderungen am Beispiel Sternsensoren

Parameter	Anforderung
Temperatur (operationell)	-40°C ... +70°C
Temperatur (non-operationell)	-50°C ... +80°C
Shock	bis zu 2000g @ 10000Hz
Sinus Vibration	20g @ 100Hz
Zufällige Vibration	23,8Grms (180sec pro Achse)
Sonnenüberleben (Detektor)	>12h

## ECSS Disciplines



(as of 6 May 2014)

**Q-70 discipline**  
Materials, mechanical  
parts and processes

**ECSS-Q-ST-70-12C**  
Design rules for printed  
circuit boards

**ECSS-Q-ST-70-10C**  
Qualification of printed  
circuit boards

→ ECSS-Q-ST-70-60C

**ECSS-Q-ST-70-11C**  
Procurement of printed  
circuit boards

→ ECSS-Q-ST-70-60C

Designregeln für Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen

Qualifikation von Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen

Beschaffung von Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen

**Q-70 discipline**  
Materials, mechanical  
parts and processes

**ECSS-Q-ST-70-12C**  
Design rules for printed  
circuit boards

## Designregeln für Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen

- Starr, Flex und Starr-Flex Multilayer Leiterplatten
- Lagenanzahl:  $\leq 26$  (Polyimide)  
 $\leq 20$  (FR4)
- Materialien: FR4 / Polyimide  
CIC Lagen (CTE Kompensation)  
Kupferkerne (Thermaldesign)
- Oberfläche: SnPb umschmolzen  
NiAu  
ENIPIG  
keine Lötstoppmaske
- allgemein konservative Designregeln für Track Breite/Abstand, Verhältnis Bohrdurchmesser / Leiterplattendicke, etc.

**Q-70 discipline**  
Materials, mechanical  
parts and processes

## Qualifikation von Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen

**ECSS-Q-ST-70-10C**  
Qualification of printed  
circuit boards

→ ECSS-Q-ST-70-60C

Table 7-1: Test matrix for qualification and procurement

Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Visual inspection and non- destructive tests	Miscellaneous tests	Thermal stress and as-received	Assembly and life test -extended	ECM test	Assembly and life test - short

- Group 1 - PCB
  - Qualitative Inspektion (Oberflächenqualität, Kontaminierung, ...)
  - Dimensionen (Durchkontaktierungen, Leiterbahnen, Verwindung /Verwölbung)
  - Impedanztest
- Group 2 - Testcoupons
  - Haftfestigkeit (peel strength)
  - Biegewechselbelastung (flexural fatigue)
  - Biegetest (bending test)
  - Ausgasen (outgassing)
  - Thermaltest



Table 7-1: Test matrix for qualification and procurement

Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Visual inspection and non-destructive tests	Miscellaneous tests	Thermal stress and as-received	Assembly and life test -extended	ECM test	Assembly and life test - short

## Group 3 – Testcoupons

- Schliffbilder
- Lötbarkeitstest für Handlötung
- Nacharbeitssimulation
- Interconnect Stresstest

## Group 4 – Leiterplatten Probe

- Ausbacken
- Isolationswiderstand innerhalb einer Lage und zwischen den Lagen
- Lötsimulation in der Dampfphase
- Nacharbeitssimulation
- Wechseltemperaturbelastung
- Schälfestigkeit
- Schliffbilder
- Auswertung über einen Bericht

Table 7-1: Test matrix for qualification and procurement

Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Visual inspection and non-destructive tests	Miscellaneous tests	Thermal stress and as-received	Assembly and life test -extended	ECM test	Assembly and life test - short

- Group 5 – Electrochemical migration (ECM) – Testcoupons
  - THB Coupon (Temperatur, Feuchtigkeit, Vorspannung)
  - CAF Coupon (Leitfähigkeit des anodischen Filaments)
- Group 6 – Leiterplatte
  - Ausbacken
  - Lötsimulation in der Dampfphase
  - Nacharbeit Simulation
  - Wechseltemperaturbelastung
  - Schliffbilder
  - Auswertung über einen Bericht

**Q-70 discipline**  
Materials, mechanical  
parts and processes

**ECSS-Q-ST-70-11C**  
Procurement of printed  
circuit boards

→ ECSS-Q-ST-70-60C

## Beschaffung von Leiterplatten in Raumfahrtanwendungen

- Anzahl verfügbarer, qualifizierter Lieferanten in Europa: **5**
- Anzahl Hersteller in Deutschland: **1**
- Verfügbare Technologien: Epoxy und Polyimide
- Preis für eine unbestückte rigid-flex Leiterplatte: **Bis zu 10.000 €**

## Der Weg vom Design bis zur fertigen Leiterplatte

JOP	PCB Lieferant
-----	------------------

PCB De- sign	Frei- gabe Konfig.	BANF in SAP	Bestel- lung	Design Regel Check	Pro- duktion „Tooling“	MRR Fertigungs- freigabe	<b>Produktion</b>	Final Test	FCSI	Lie- fe- rung	WEK/ WEP	La- ger
								IST				

- 🌀 Enge Abstimmung bereits im Vorfeld der Fertigung der Leiterplatte
- 🌀 Sehr enger Kontakt zwischen Kunden und Lieferanten ist erforderlich (wöchentliche Telekons)

## Der Weg vom Design bis zur einsatzfähigen Leiterplatte

Testschritt	Beschreibung	Bemerkung
<b>Group 6 Schritt 1</b>	Zweimaliges Dampfphasenlöten bei 205°C	Komplette Leiterplatte
<b>Group 6 Schritt 2.1</b>	2x Nacharbeitszyklen (Draht einlöten, Draht auslöten, Lotabsaugung, Draht einlöten)  Temperatur LötKolben max. 330 °C	Temperaturen entsprechen dem tatsächlichen Lötprozess sowie dem Vorgehen bei Reparaturen
<b>Group 6 Schritt 2.2</b>	10 Nacharbeitszyklen	Entsprechend der ECSS-Q-ST-70-60 DIR 1, Para: 9.5.4. rework simulation
<b>Group 6 Schritt 3</b>	Thermal Zyklen	Gesamte Leiterplatte 200 Zyklen -65°C bis 135°C, 10K/min; Haltezeit auf Plateaus 15 Min.
<b>Auswertung</b>	Feinschlifferstellung	Entsprechend der ECSS-Q-ST-70-60 DIR 1

## Durchführung für nicht ESA-qualifizierte Designs im Rahmen einer projektspezifischen Qualifikation

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**