

Raumfahrttechnologie

Schwerpunkte aus Sicht MAN Technologie

Referent: R. Pernpeintner

Autoren: H. Edler / M. Giergerich / U. Glaser / R. Pernpeintner / D. Sygulla,
MAN Technologie AG

Inhalt:

- o Einführung: Produktfelder / Kompetenzen
- o ARIANE 5 Booster
- o Tankstrukturen
- o HD- / PP-Tanks
- o CMC
- o CFK Strukturen (ELV / RLV)

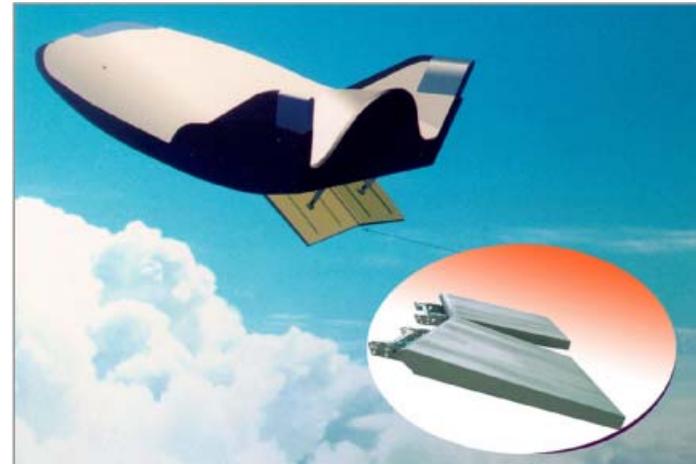
Produktfeld Raumfahrt

- Feststoffmotorgehäuse
- Tanks und Tankkomponenten
- Strukturen
einschließlich Thermalstrukturen
- Hochtemperaturbeständige Strukturen und Komponenten
- Bau und Service von Bodenanlagen im Raumfahrtzentrum Kourou
einschließlich zugehöriger Technologieentwicklungen

übrige Produktfelder

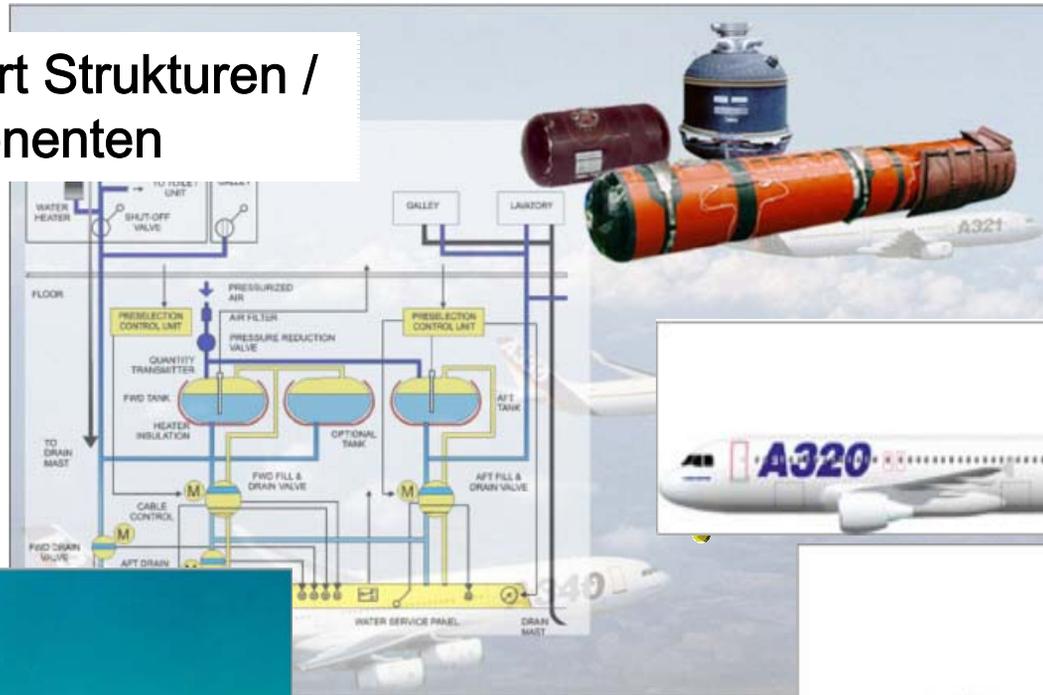
- Antennen / Mechatronic
- Strukturen / Komponenten für Flugzeuge
- Mobile Brücken

Produktfeld Raumfahrt



übrige Produktfelder

Luftfahrt Strukturen / Komponenten



Antennen / Mechatronic

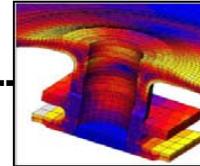


Mobile Brücken

Kompetenzen

▪ Engineering-----

Auslegung / Konstruktion / Fertigungsentwicklung
Bauteilprüfung / Bruchmechanik / thermomech. Analyse



▪ Umformtechniken-----

Drückwalzen, Spinforming, Spannungs-Relaxations Umformen



▪ Fügetechniken-----

Schweißen (EB-, Rührreib-, TIG-), Nieten, Kleben



▪ Faserverbundtechniken -----

Prepreg-, Injektions-/ Infiltrations- und Faserwickel-Verfahren



▪ Mechanische Bearbeitung -----

▪ Oberflächenbehandlung -----

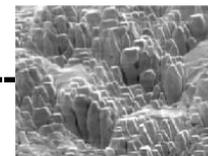
mit Thermal- und Korrosionsschutz



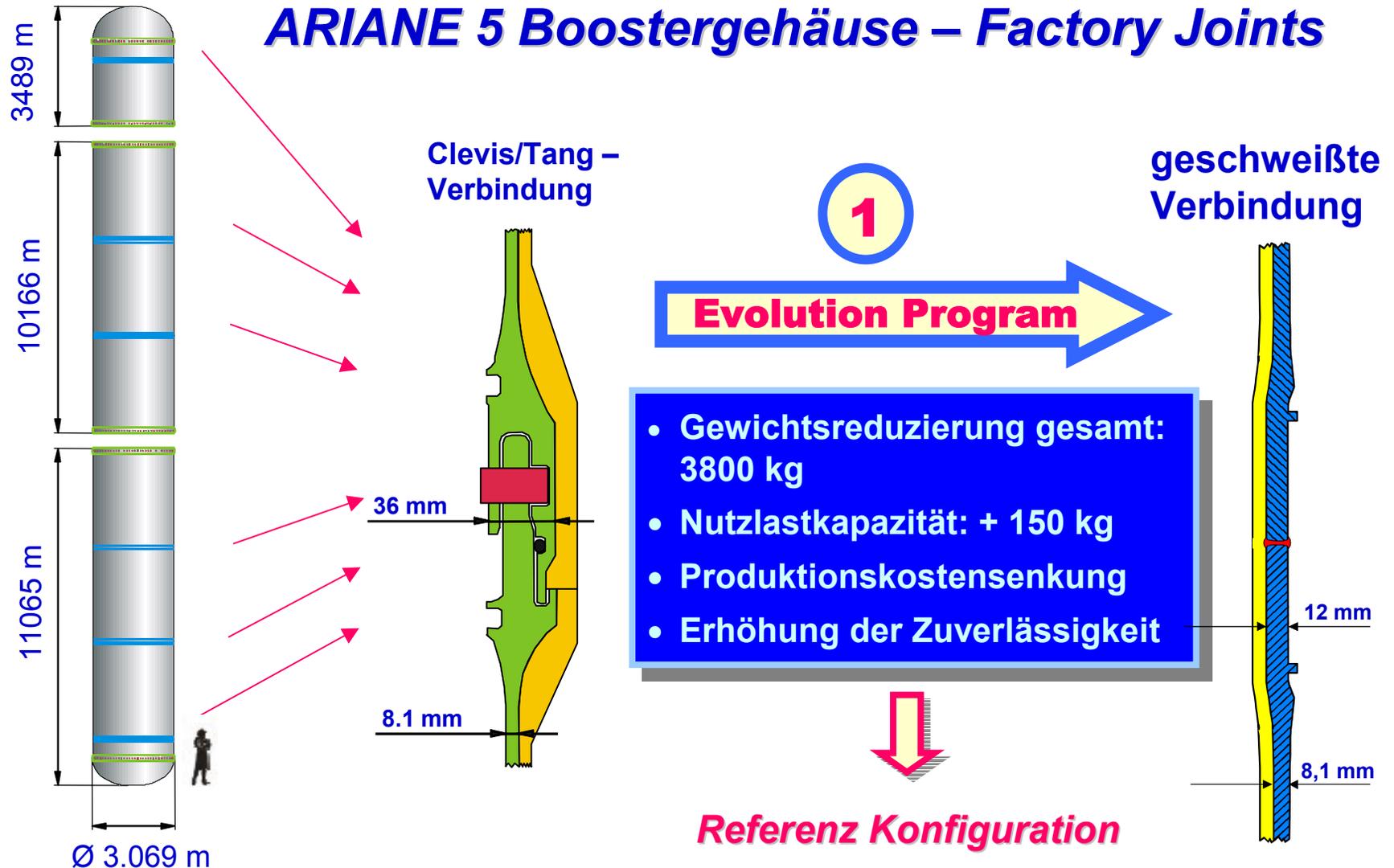
▪ Wärmebehandlung -----



▪ Werkstoffprüfung -----



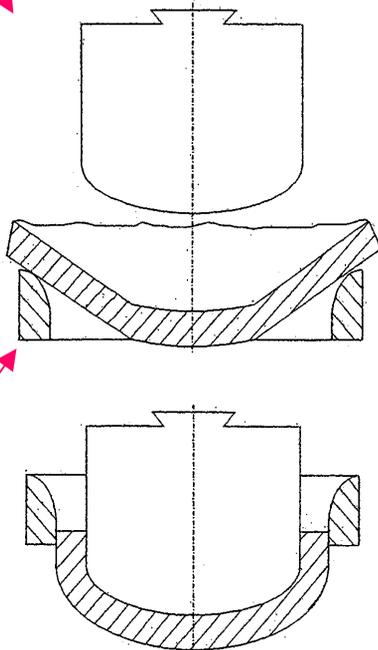
ARIANE 5 Boostergehäuse – Factory Joints



ARIANE 5 Boostergehäuse - Dome



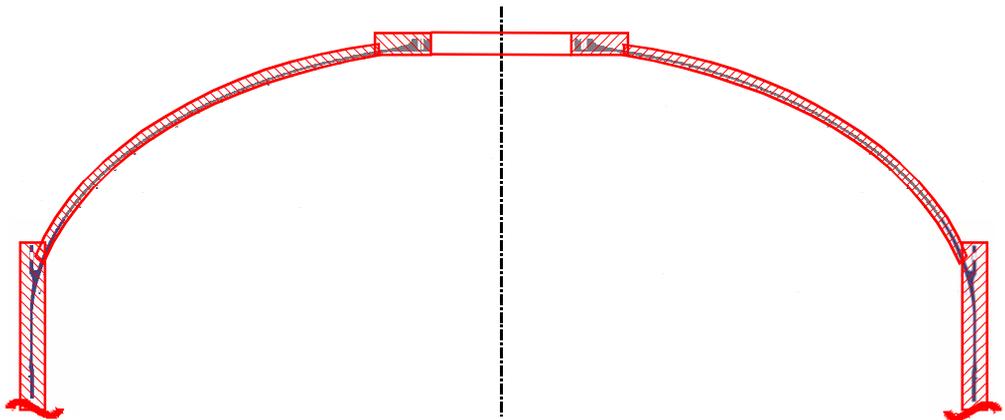
Dome aus 24 t Rohteil
(d=130 mm)



2

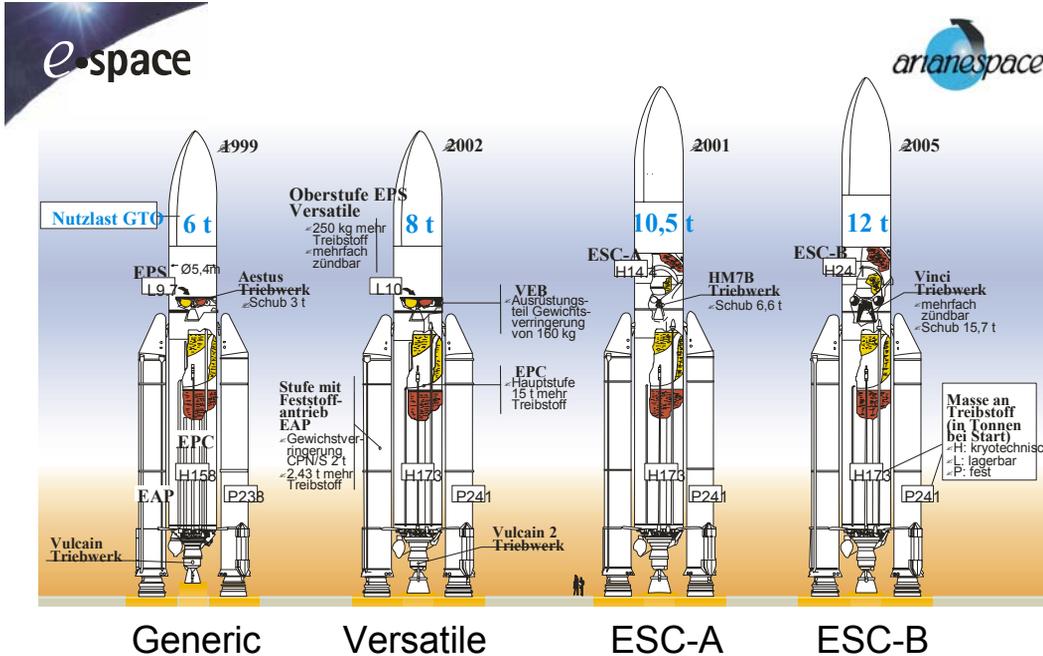
PI-A5 Programm

Dom zusammengesetzt aus kostengünstigen Halbzeugen



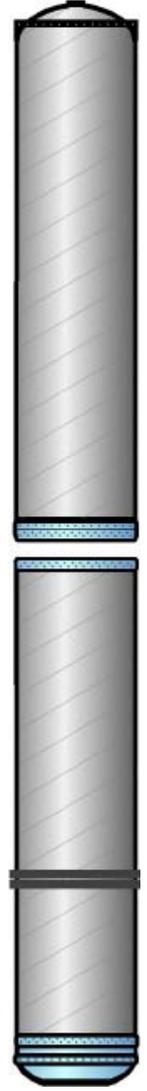
ARIANE 5 Boostergehäuse - Verbund

3



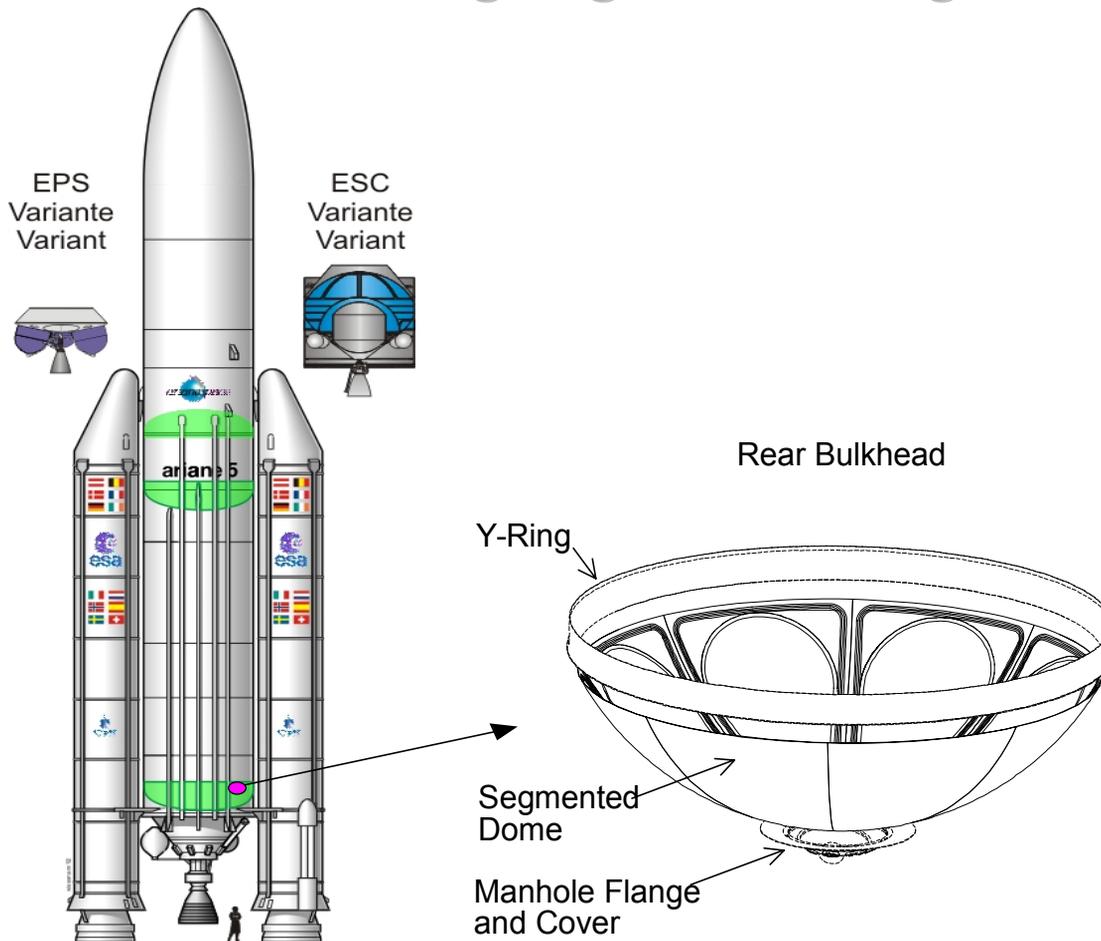
Initiative ARIANE 2010
Kostenziel: - 30%

2-Segment C-Faser-Verbundgehäuse



Bauweisen-Demonstrator
Preforming / Infusions-Technologie
Composite-FD integriert, Stahl-AD
Verbund-DAAR-Ring,
Stahl- Intersegment-Joint

ARIANE 5 Tankstrukturen – Fertigungstechnologien Fügetechnik



Heute:

- Segmentierter Dom
- WIG Schweißungen
- Werkstoff Al 2219

Herausforderungen:

- Lastanstieg
- Kostendruck
- Gewichtsreduktion

ARIANE 5 Tankstrukturen – Fertigungstechnologien Fügetechnik



Aktuelle Entwicklungsarbeiten:

- ‚spinformed‘ Dom Ø ca. 5m: 8 Segmente ⇒ 1 Teil
- Rührreibschweißen (RRS) des Vormaterials
- Umformen und Wärmebehandlung der Naht

Ausblick:

- Ersetzen aller WIG Nähte (Y-Ring, Flansche, ...)
- Weitere Anwendungen

Vorteil:

- RRS Fügetechnik ist vielfältig einsetzbar
- Erhöhung von Qualität und Zuverlässigkeit
- Reduktion von Kosten und Gewicht

Hochleistungstanks – überwickelt u. Ganzmetall

Herkömmliche Methode – Drehen aus Schmiedeteilen

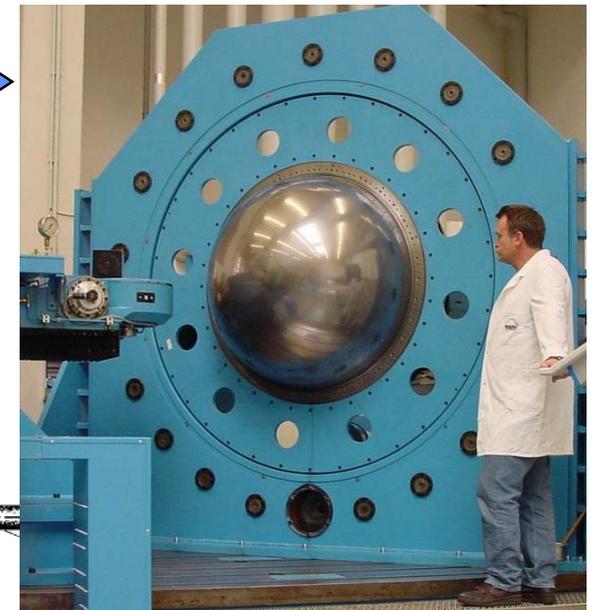
• Dome:

- ❖ Schmiederohling
- ❖ Drehen
- ❖ Aufweiten
- ❖ Plandrehen
- ❖ Reinigen
- ❖ Rißprüfung



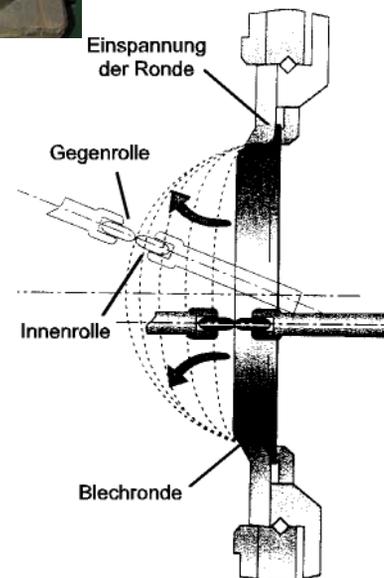
„Spinformtechnologie“ (Gegenrollendrücken)

Ersetzen mit



☹ Nachteile:

- Lange Bestellzeit (>6 Mo.)
 - Hohe Materialkosten
 - Abhängigkeit von Materiallieferanten
 - Lange Entwicklungszeiten für neue Produkte
- Aufwand und Kosten



Hochleistungstanks – überwickelt u. Ganzmetall

Moderne Methode – „**Gegenrollen-Spinforming**“



Spingeformter Dom (Ø 660 mm) Wandstärke= 0,7 mm



☺ Vorteile:

- Rohblech lagerhaltig
 - Kurze Entwicklungszeiten für neue Geometrien
 - Variable Schalenformen
 - ✓ Torus
 - ✓ Ellipsoid
 - ✓ Cassini
 - ✓ Halbkugel
 - Variable Größen (Ø 400-1600 mm)
 - Endform-Fertigung (Zerspanungsaufwand minimal)
 - Reproduzierbarkeit
- Qualität kostengünstig / zuverlässig

Hochleistungstanks – Überwickelt u. Ganzmetall

Ziele: **Optimierung -- Standardisierung – ‚Europäisierung‘**

Anwendungen: ***Eurostar / Alphabus / Spacebus / Trägerraketen / RLV***

Überwickelt

- Schale (variabel von 0,5-2 mm)
CFK überwickelt → min. Tankmasse

Ganzmetall

- Schale (variabel von 1-4,5 mm)
→ min. Aufwand

- Ø variabel (400 bis >1600 mm)
- Volumen im Zylinder anpassbar
- Polar- oder Schürzen-Aufhängung
- Titan oder Inconel



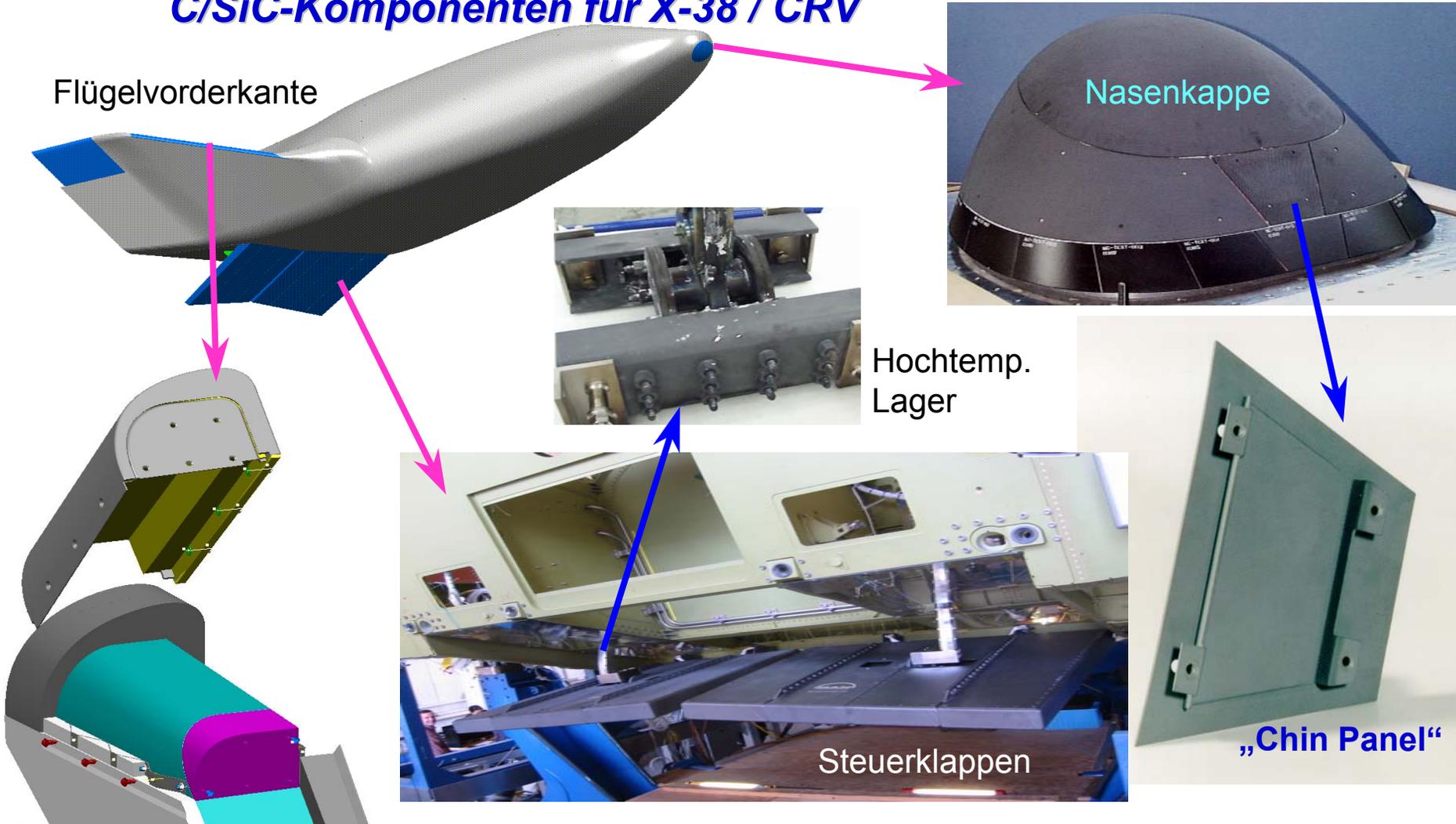
Faserkeramikbauteile - Stand der Technik

C/SiC-Komponenten für X-38 / CRV



Faserkeramikbauteile - Stand der Technik

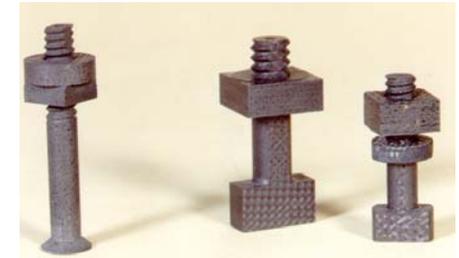
C/SiC-Komponenten für X-38 / CRV



Faserkeramikbauteile – Unterkomponenten und Zubehör Hochtemperatur-Komponenten für Raumfahrt, Luftfahrt und Industrie

↳ Verbindungselemente

- ✓ C/SiC-Schrauben/Muttern/Beilagscheiben
- ✓ Abstandshalter (Heiß-Kalt-Verbindungen)



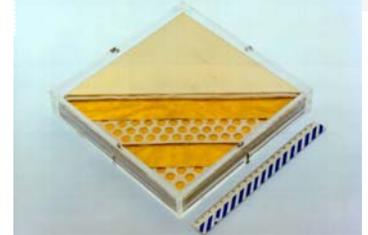
↳ Dichtungen

- ✓ dynamisch und statisch
- ✓ metallisch und keramisch



↳ Ultraleicht interne Isolierungen

- ✓ *Internal Multiscreen Insulation (IMI)*
- ✓ Faserisolierung auf der Basis $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$



↳ Lager

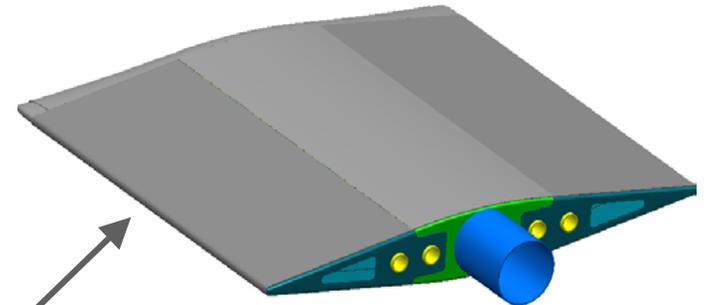
- ✓ Keramische Gleit- und Wälzlager



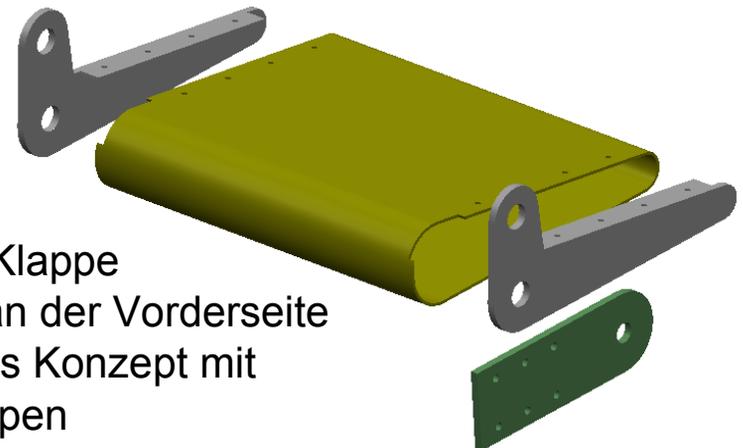
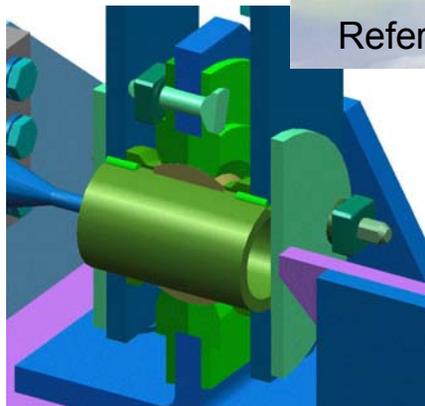
Faserkeramikbauteile - Weiterentwicklung

Ziele:

- Verbesserte Lager
- Vereinfachte Herstellung
- Optimierte Konstruktion
- Entwicklung von Flügelsteuerflächen

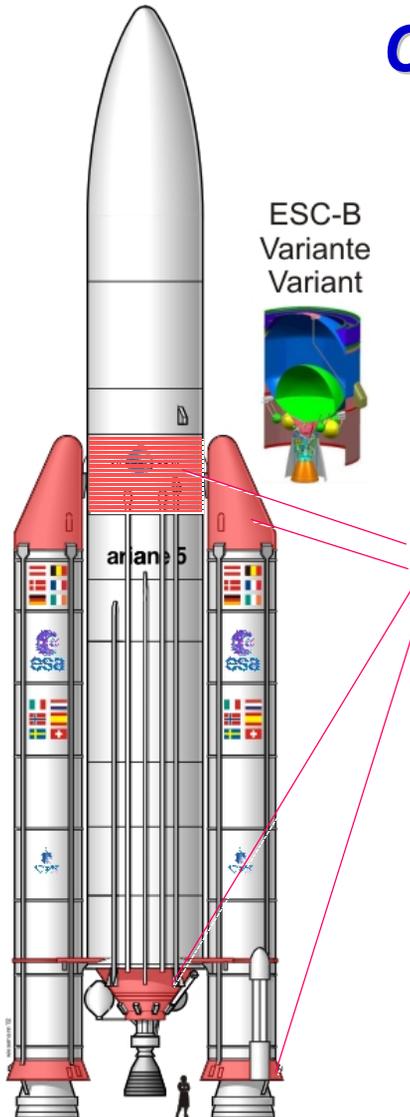


- Integral hergestellte Klappen
- Zentrale Drehachse an der Mittellinie



- Gewickelte Klappe
- Bewegung an der Vorderseite
- Teilintegrales Konzept mit internen Rippen

CFK Strukturen (ELV / RLV)

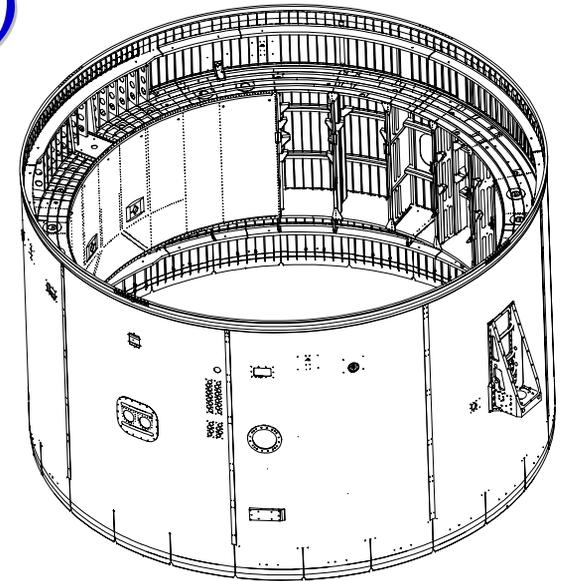


Heute:

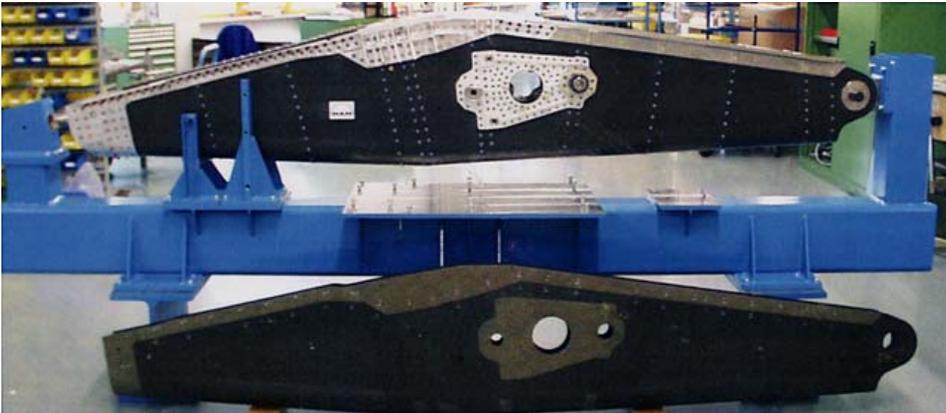
- Differentialbauweise
- Werkstoffe: Alulegierungen, Titan, Stahl
- Fügetechnik: Nieten, Schmelzschweißen, Schrauben

Herausforderung:

- Lastanstieg
- Kostendruck
- Gewichtsreduktion

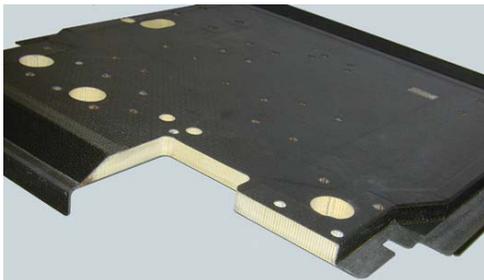


CFK Strukturen (ELV / RLV)



Entwicklungen:

- Mischbauweise Verbund (Wickel-, Prepreg-, Infiltrations-technik) + Metallbeschläge
- Fügetechnik: Klebe-, Nietverbindungen, Rührreischweißen metallischer Beschläge/Profile



Ziele:

- Integrale Strukturen
- Strukturtanks
- Erhöhung von Qualität und Zuverlässigkeit
- Reduktion von Kosten und Gewicht

Botschaft :

Kontinuierliche und **Kompetenzerhalt ermöglichende Arbeitsinhalte** zur Grundlagen- / Technologie- und Verfahrens-Weiterentwicklung **sind unabdingbar** für substantielle Beteiligung der deutschen Industrie an europäischen und internationalen Raumfahrtprogrammen morgen !

Situation:

Geringe deutsche Programmbeteiligungen und **Budgets** im Vergleich zu denen anderer EU Partnerländer **gefährden** bereits heute diesen **Anschluss !**

Forderung :

Die **Industrie braucht** daher zum Erhalt und Ausbau der Technologiepotentiale **Unterstützung** auf nationaler und ESA Ebene!