

Wissenschaftstag 2012

Adaptronik - Potentiale der aktiven Funktionsintegration

Themengebiet: „Morphing Multifunctional Moveables“

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“ am
Institut FA – eine Retrospektive

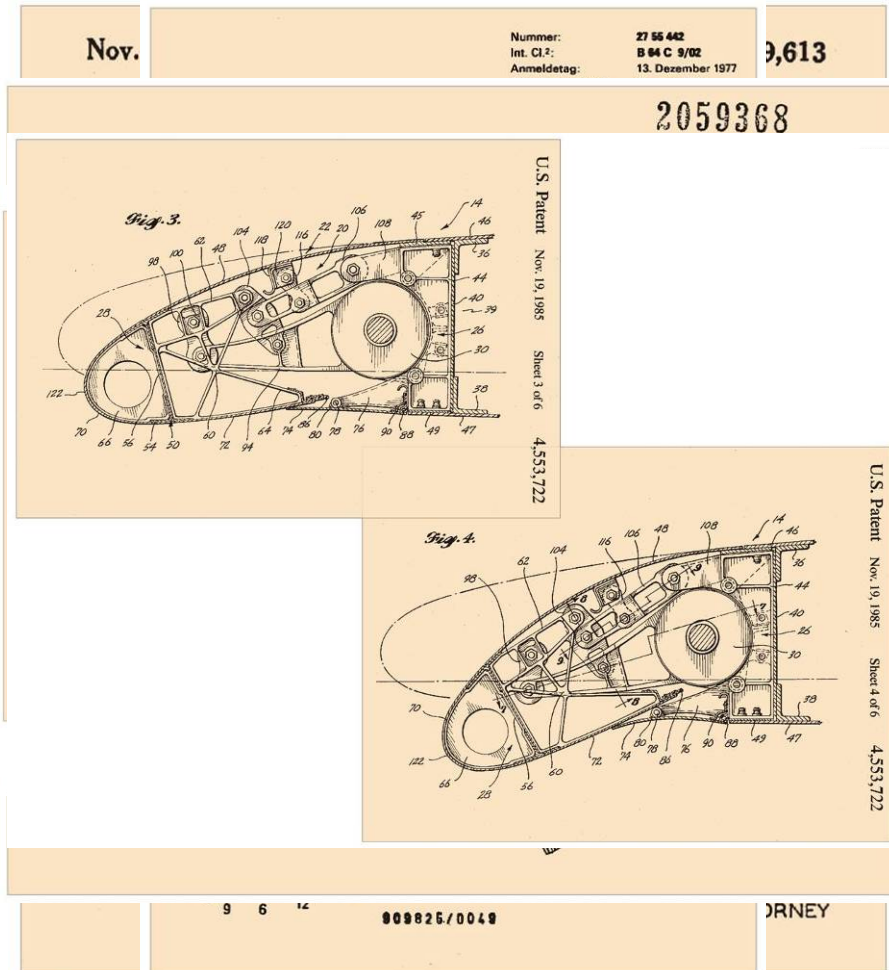
Markus Kintscher, DLR



Wissen für Morgen

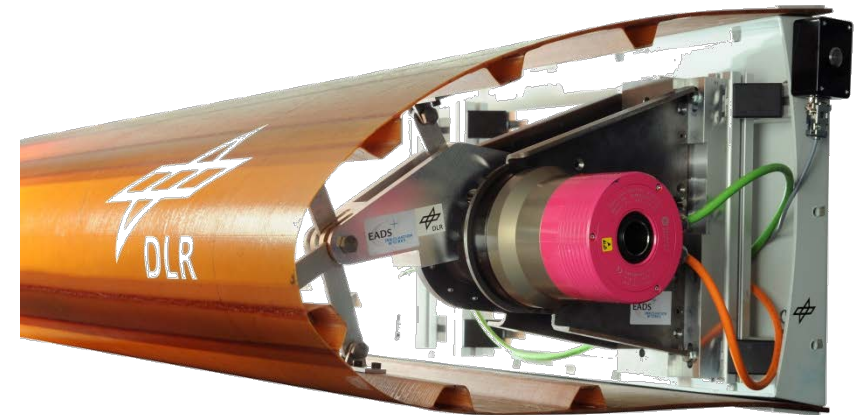
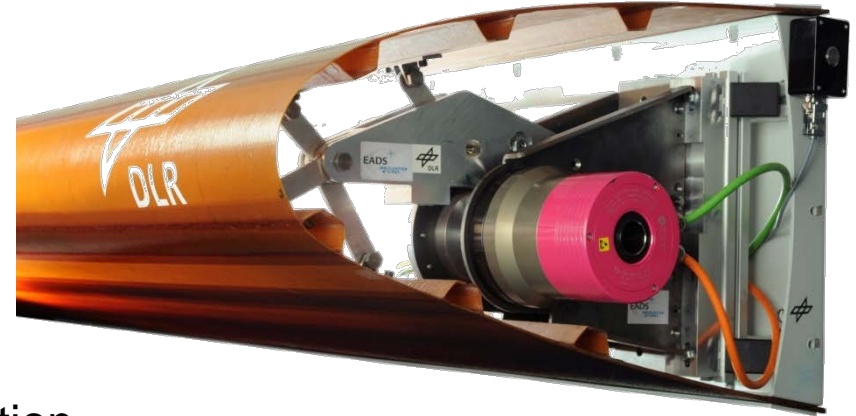


Morphing Multifunctional Moveables



Morphing Multifunctional Moveables

- Konzept
 - Werkstoff
 - Aktuierung
 - Bauraum
- Strukturkonforme Funktionsintegration
- Gewicht
- Energiebedarf
- Erfüllung von zusätzlichen Basisanforderungen



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“ – eine Retrospektive

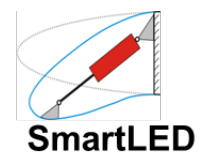
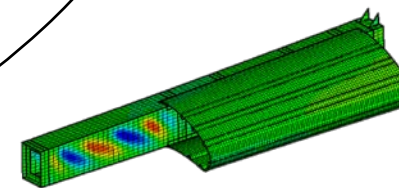
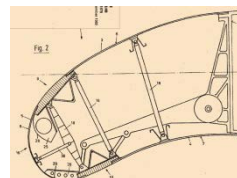
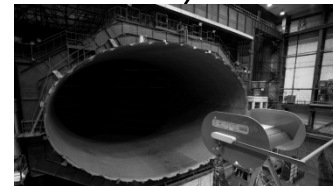
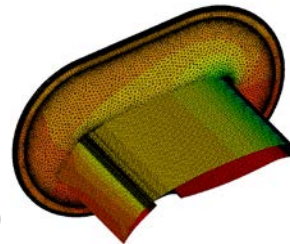
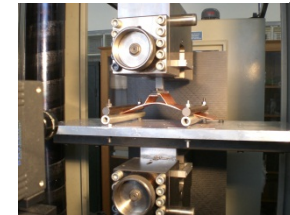
• Projekthistorie

→ SARISTU (EU)
2011 - 2015

→ JTI-Cleansky, SFWA (EU)
2008 - 2013

→ SADE (EU)
2008 - 2012

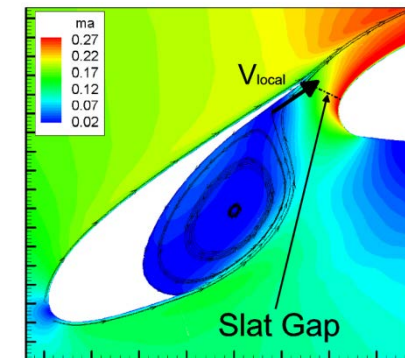
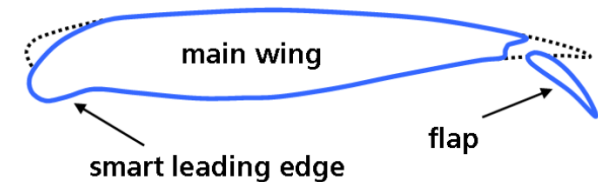
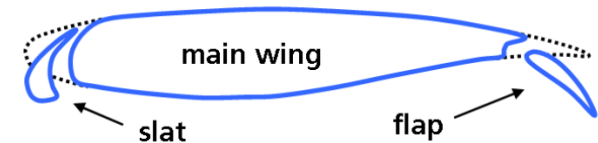
→ Smart LED (LuFo 4)
2007 - 2010



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Motivation:

- Konventionelle Vorflügelösungen wie z.B. Slats öffnen Spalte zur Erzielung des benötigten Auftriebs
- Konventioneller Vorflügel ungeeignet für laminare Umströmung
- Vorflügel sind dominierende Lärmquelle



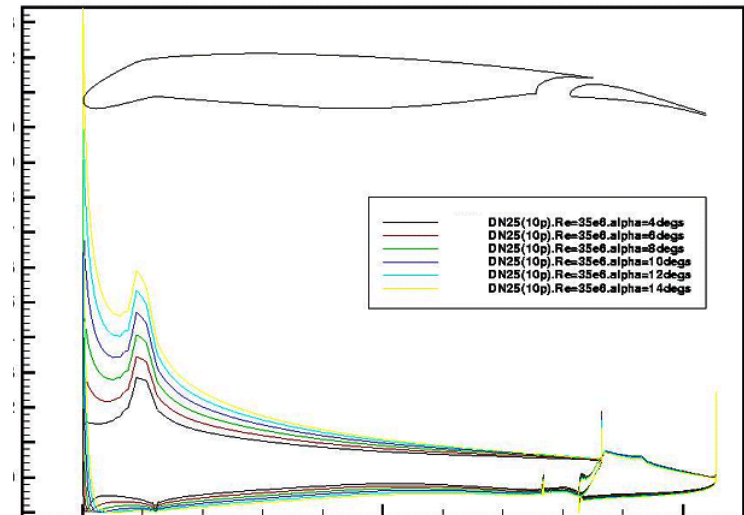
Source: DLR, AS-TA



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Motivation:

- A380 inboard device:
Conventional “hinged” Droop Nose
 - Starrkörperbewegung
 - Geometrische Einschränkungen
 - Großer lokaler Krümmungsgradient auf der Oberseite im Holmbereich
 - Negativer Effekt auf die c_p -Verteilung und Ablöse-Tendenz

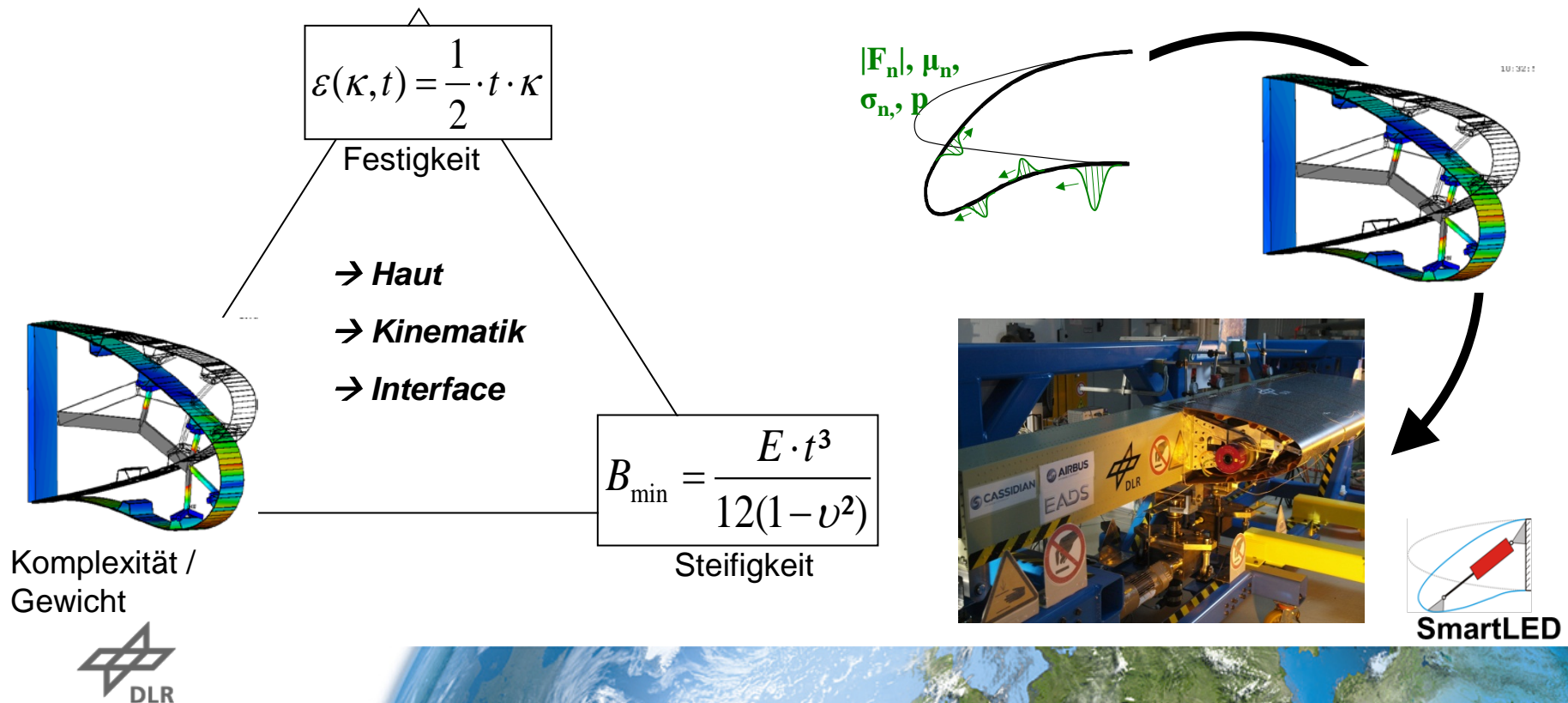


Source: Airbus

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SmartLED:

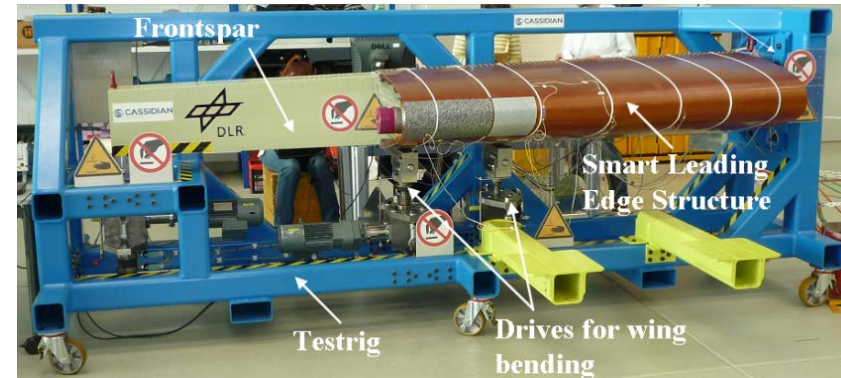
→ „Konzeptfindung / Vorentwurf / Realisierung / Bodenversuch“



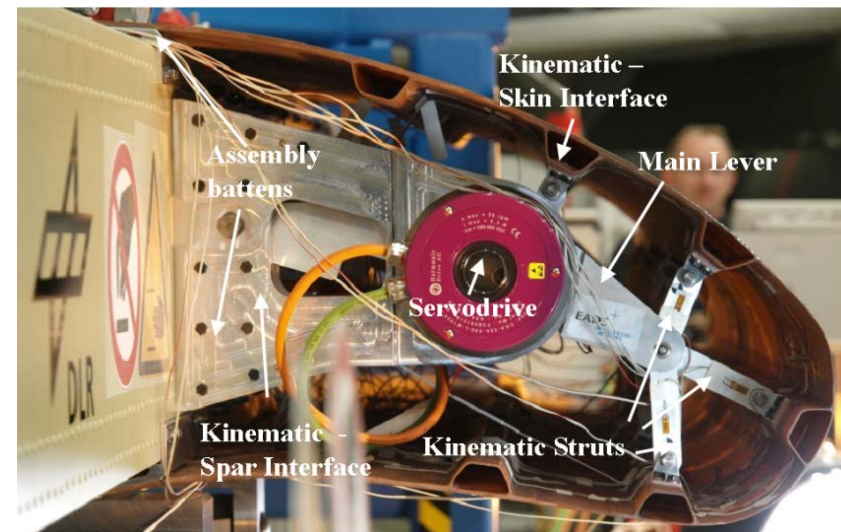
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SmartLED

- Nachweis der Funktionsweise des Konzepts in 3D auch unter Flügelbiegung
- Verformungs- und Dehnungsmessungen
- Validierung der Berechnungsergebnisse
- Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten (Fertigung, Aktuatorik, Design der Haut)



Test setup with test rig and assembled smart droop nose device



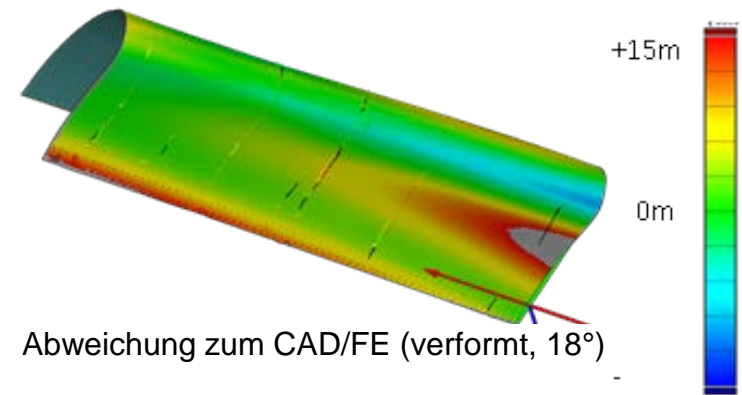
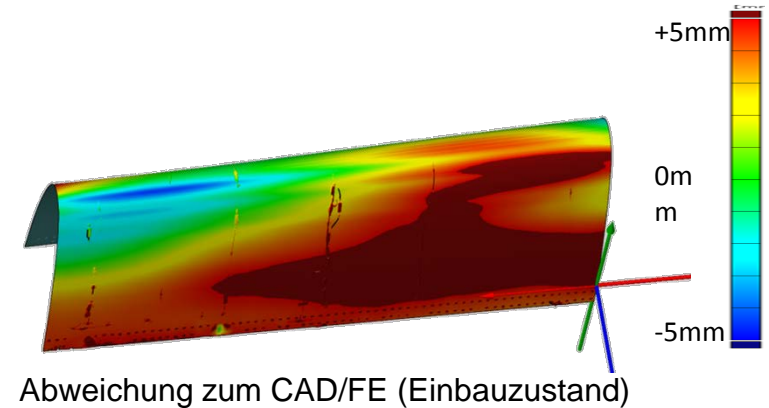
Side view of droop nose device at deployment angle of about 18°



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SmartLED

- Vermessung der Außenkontur mit optischem System GOM ATOS in unverformtem und verformtem Zustand
- Maximale Abweichung zum idealen Einbauzustand (best-fit): 4.6mm aufgrund von Toleranzen aus der Fertigung und dem Einbau
- Maximale Abweichung von der angestrebten Zielkontur bei 18° Aktuatorwinkel (best-fit): ~15mm.



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SmartLED- „Lessons Learnt“:

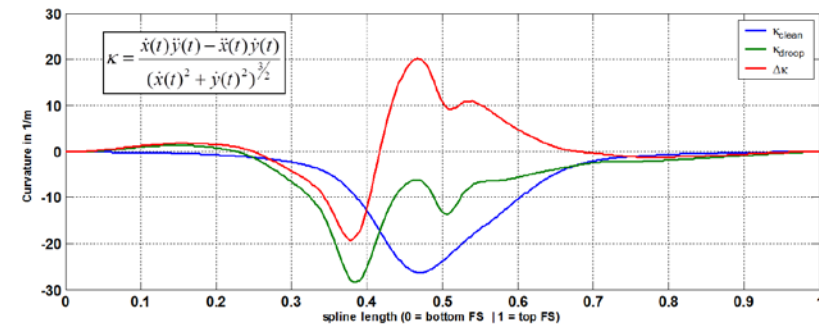
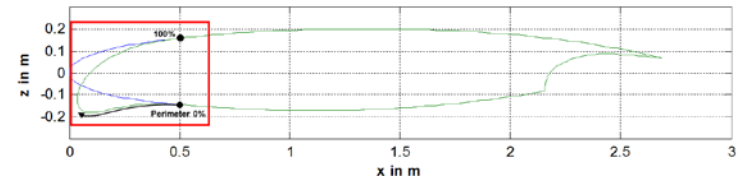
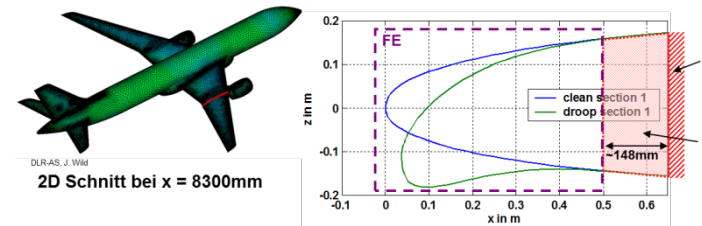
- Die Konzeptentwicklung und –realisierung war nur erfolgreich, weil Struktur, Kinematik und Holm in einem gemeinsamen und multi-disziplinären Entwurfsprozess stattgefunden haben.
- Wichtigste Randbedingungen für die Konzeptentwicklung sind Zielkonturen und Luftlasten.
- Das Konzept/Material erfüllt die Aufgabe und ist robust gegenüber Fertigungsabweichungen



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

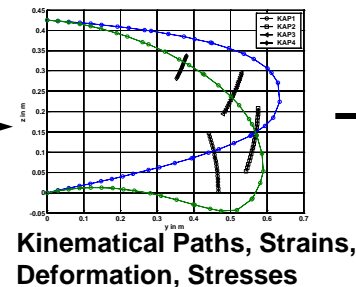
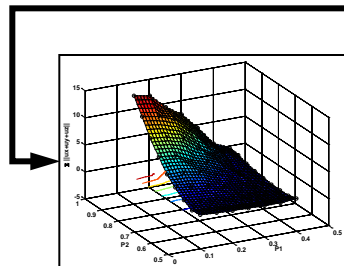
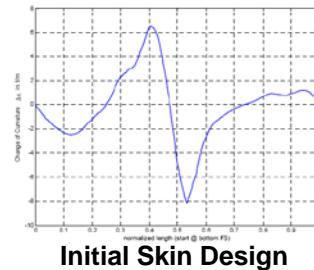
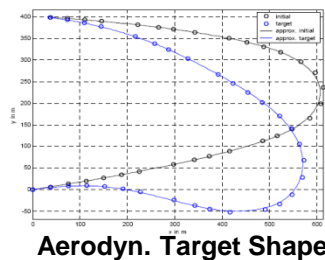
Projekt SADE

- Entwurf einer formvariablen Vorderkante für eine aerodynamisch optimierte Zielkontur, 2D
- Vergleichende Bewertung der Entwürfe für den FNG- und einen HARLS- Flügel
- Prozesskette für Wiederholbarkeit und Bewertung von Entwürfen und des Entwurfsprozesses
- Vorentwurf der Struktur
- Optimierung
- Vorentwurf einer Stabwerkskinematik
- Post-Processing / Bewertung

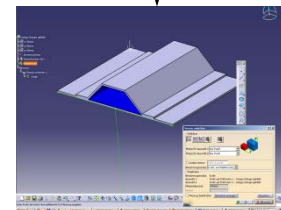
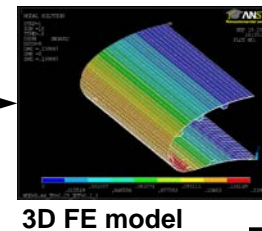


5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

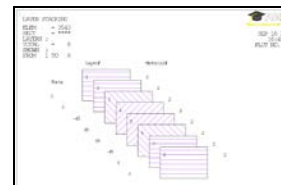
➤ 2D Vorentwurf der Hautstruktur und Kinematik



➤ 3D Detailed Design



Optimization of the Design of Omega-Stringers wrt. stability and strength requirements



Optimization of layer stacking sequence/ laminate layup wrt. target shape, stability and strength requirements

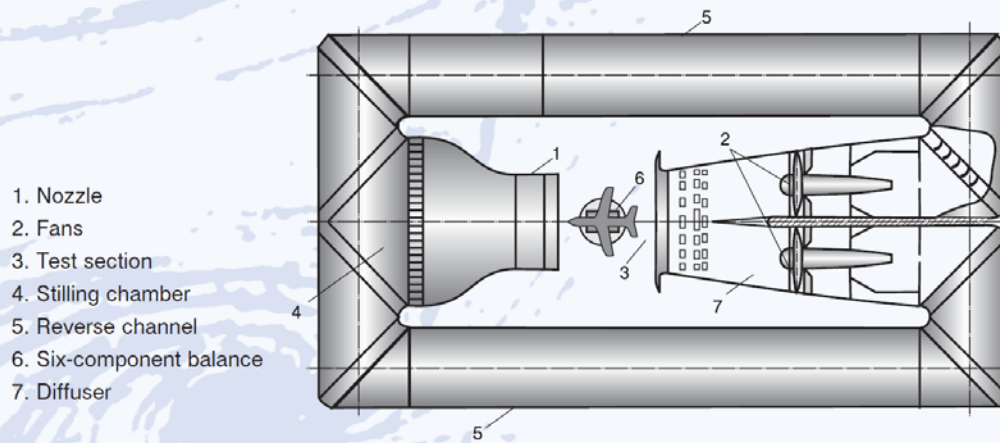
Feedback data for other disciplines

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

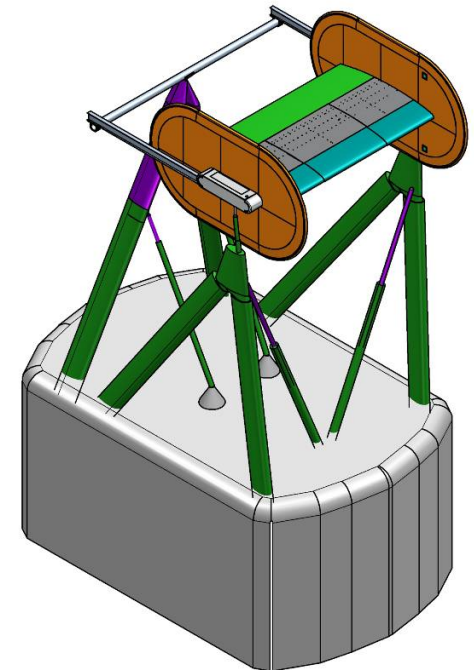
Projekt **SADE**

→ Windkanalversuch 29.08 – 07.09.2012 im T-101 der TsAGI

Flow velocity	5–52 m/s	Test section dimensions:	
Reynolds number per 1 m	up to $3.6 \cdot 10^6$	Cross section area (elliptical)	24×14 m
Total pressure	atmospheric	Test section length	24 m
Dynamic pressure	up to 1.7 kPa	Test object dimensions:	
Stagnation temperature	environmental	Wing span	up to 18 m
Angle of attack (α)	$\pm 20^\circ$	Fuselage length	up to 30 m
Side slip angle (β)	$\pm 180^\circ$	Wing area	up to 35 m ²



Quelle: TsAGI, <http://www.tsagi.ru/eng/base/pdf/t-101.pdf>



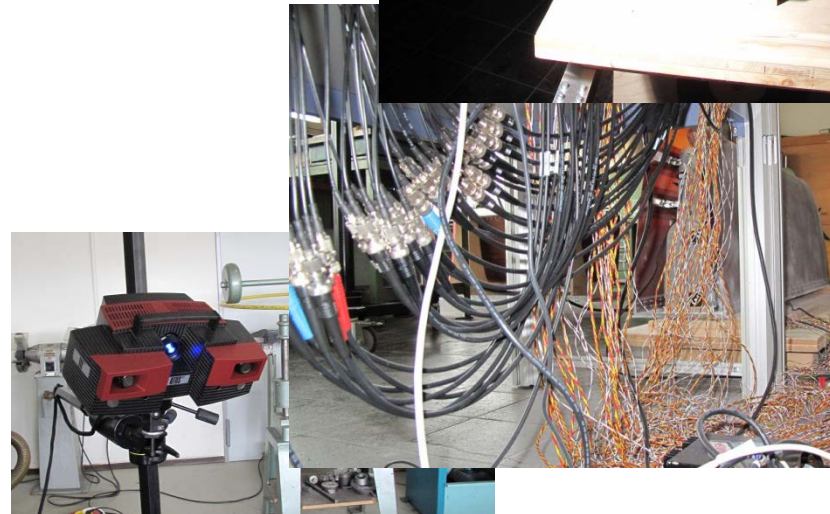
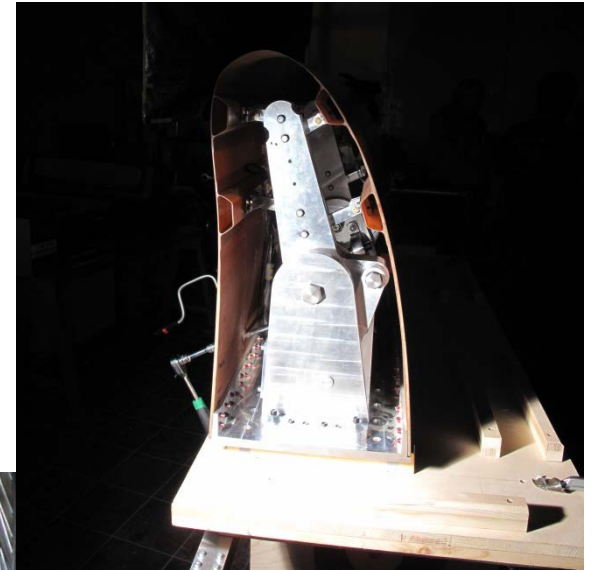
SADE Windkanalmodell



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SADE

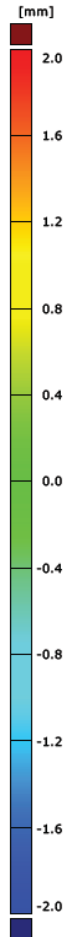
- Zusammenbau und Funktionstest mit Vermessung der Kontur in Manching, CASSIDIAN, 23.09.2011.
- Funktionstest
- Kontur Unverformt
- Kontur Verformt
- Dehnungen in mittlerem Testsegment



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt

SADE



-1.72mm

+2.14mm

+1.06mm

-1.66mm

Upper Skin

Lower Skin

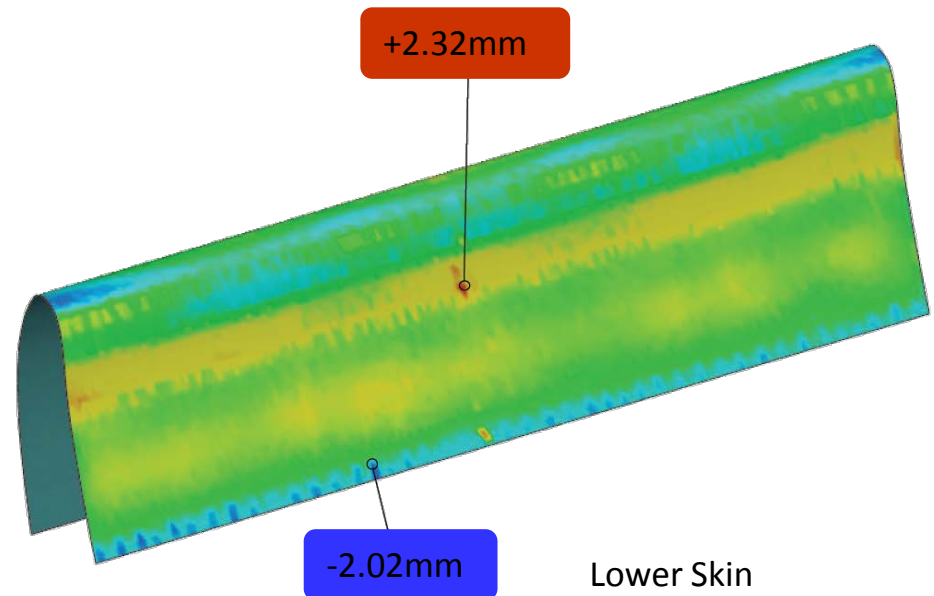
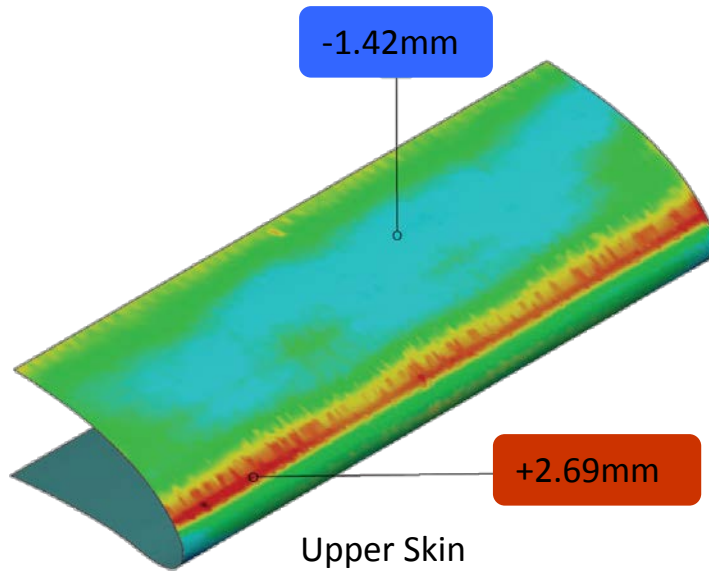
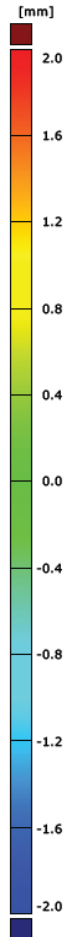
→ Vermessung der Außenkontur, **unverformt**



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt

SADE



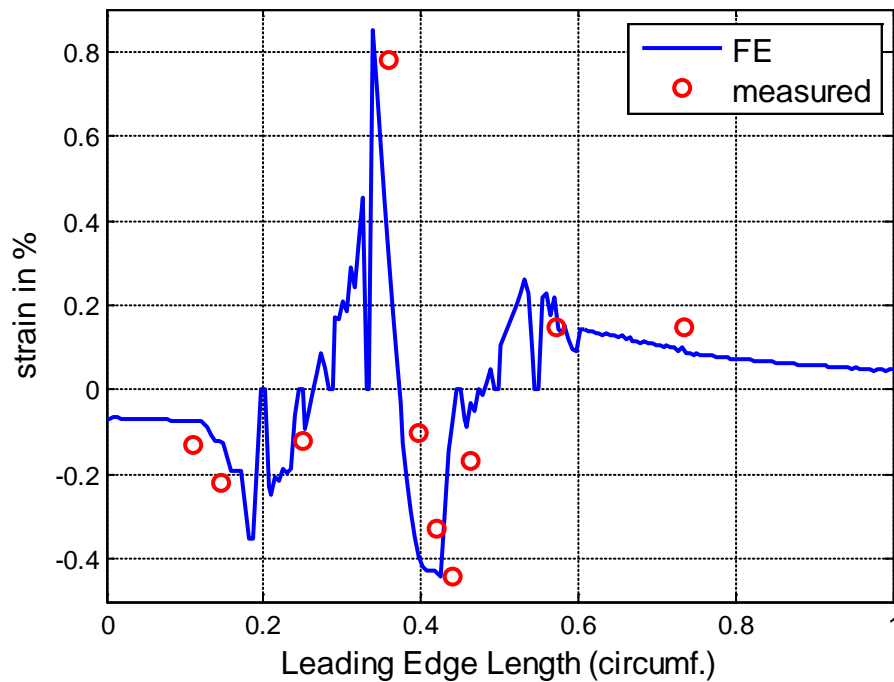
→ Vermessung der Außenkontur, **verformt**



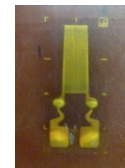
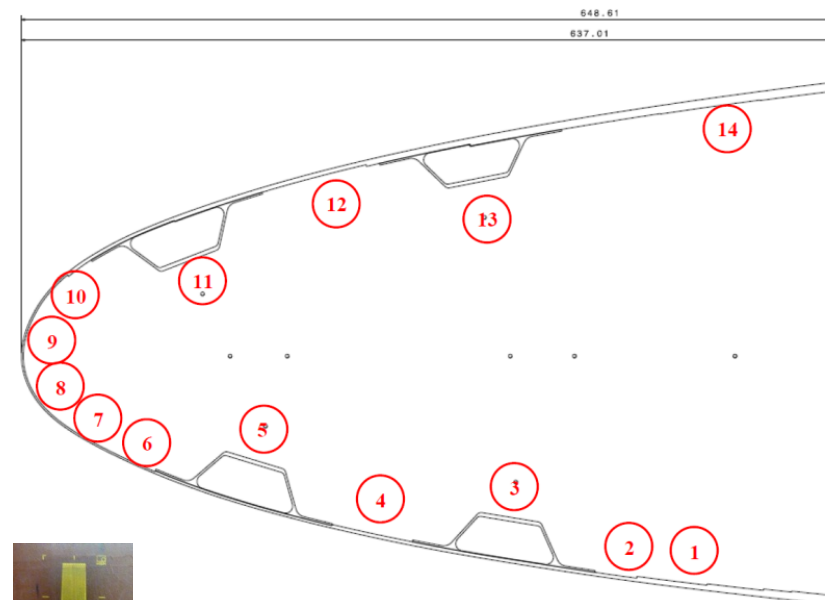
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt **SADE**

- Dehnungsmessungen



DMS Positionen zur
Messung von Dehnungen:

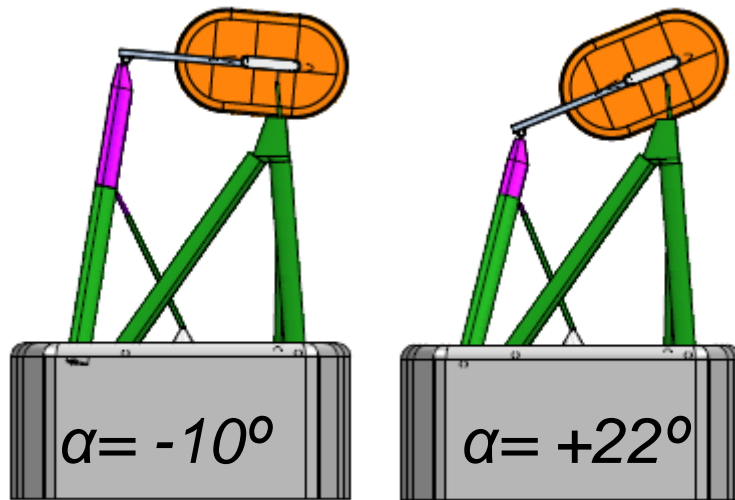


Im Faserverbund
integrierte DMS

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt **SADE**

→ Windkanalversuch 29.08 – 07.09.2012 im T-101 der TsAGI



Anstellwinkel:

$\alpha = -10^\circ; -5^\circ; 0^\circ; +5^\circ; +10^\circ; +15^\circ; +19^\circ; +22^\circ$

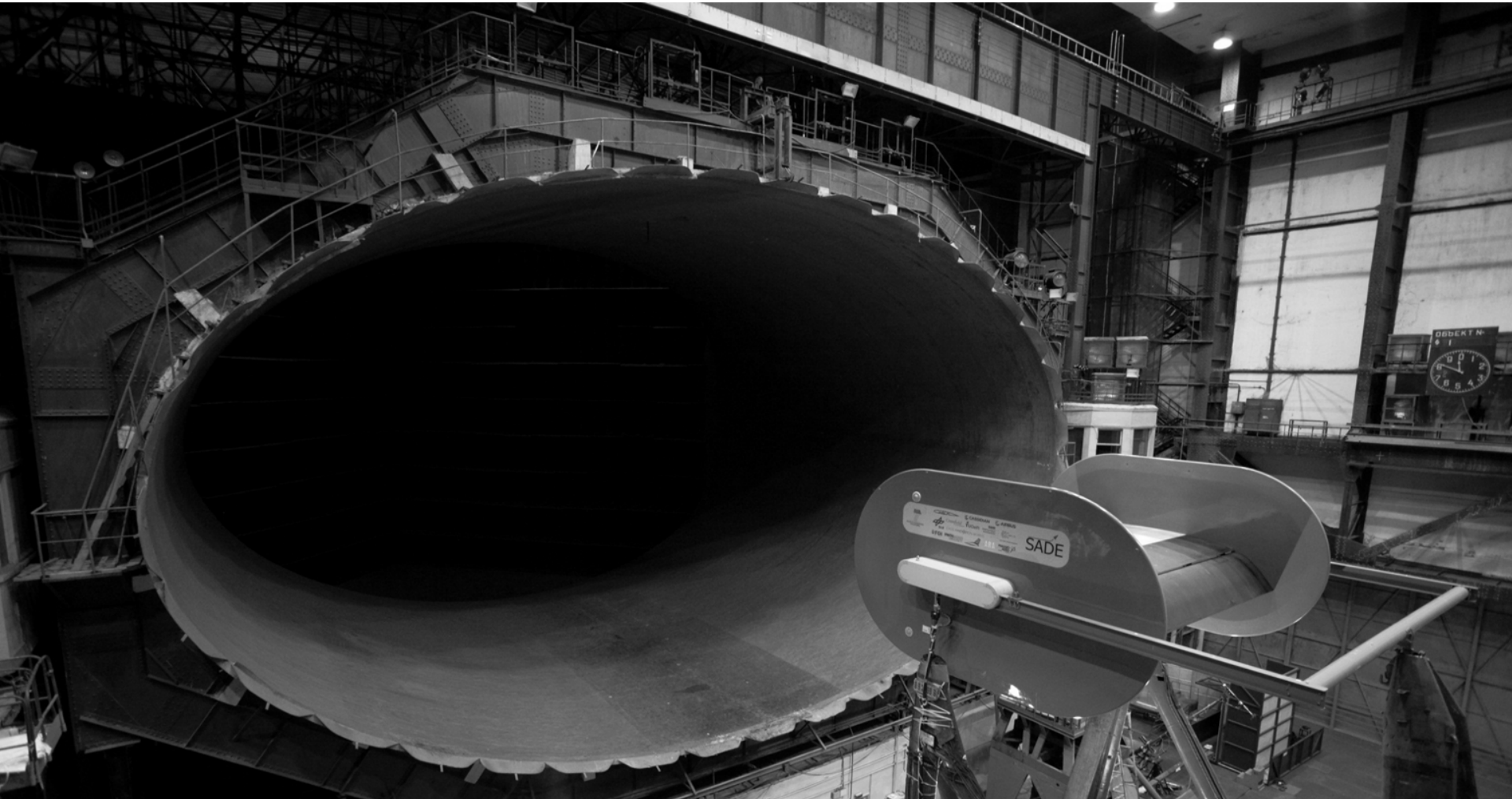


Test Programm

Konfiguration		Nº	Geschwindigkeit, in m/sec	Anstellwinkel, in °
1	$d_{LE} = \text{droop nose}$ $d_{TE} = \text{landing}$	1	30	$-10^\circ \div +22^\circ$
		2	40	
		3	50	
2	$d_{LE} = \text{droop nose}$ $d_{TE} = \text{take off}$	4	30	$-10^\circ \div +22^\circ$
		5	40	
		6	50	
3	$d_{LE} = 0^\circ - \text{clean nose}$ $d_{TE} = 0^\circ - \text{retracted}$	7	30	$-10^\circ \div +22^\circ$
		8	40	
		9	50	



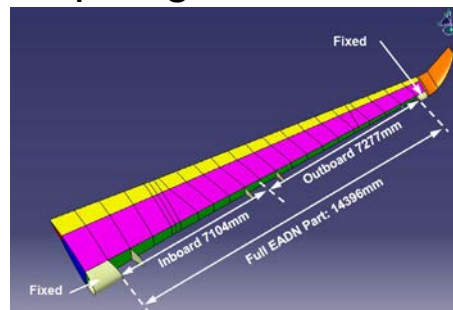
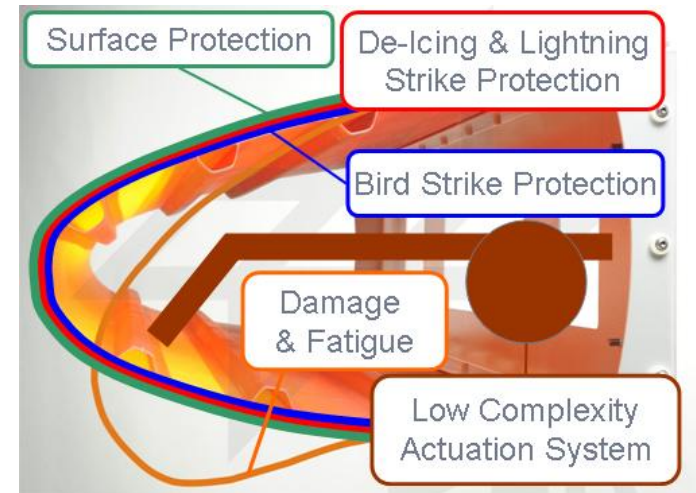
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“



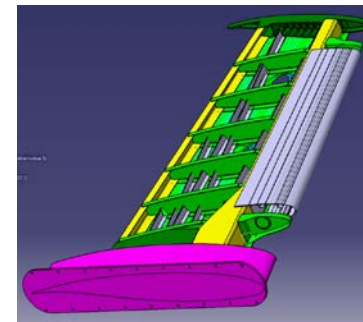
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SARISTU:

- Development, manufacturing and test of design solutions for
 - de-icing
 - bird strike
 - lightning strike protection
 - surface protection
 - low-complexity actuation system
- suitable for morphing structures



Strukturversuch am Outboard-segment, 4.5m

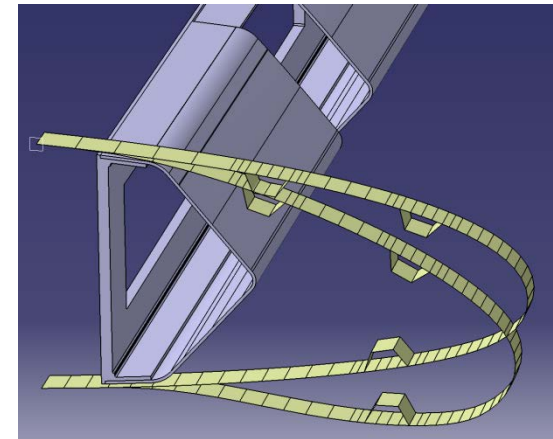
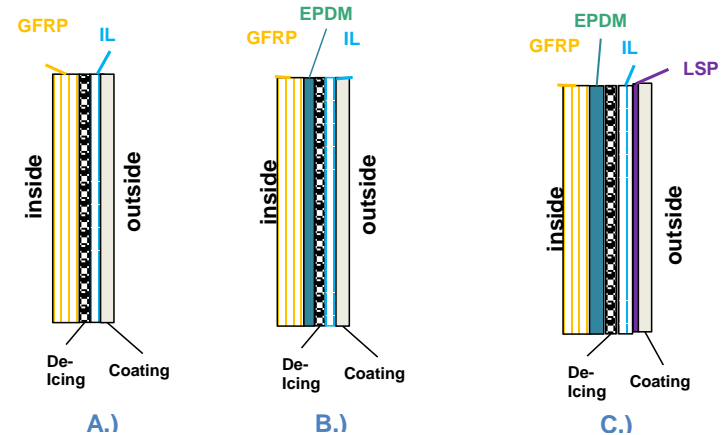


Windkanalversuch, 2.2m

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SARISTU:

- Integration von
 - de-icing
 - lightning strike protection
 - surface protectionin den Lagenaufbau der Haut
- Integration einer Struktur zum Schutz des Vorderholms bei Vogelschlag
- Optimierte Kinematiken mit geringem Gewicht und geringer Komplexität



Wissenschaftstag 2012

Adaptronik - Potentiale der aktiven Funktionsintegration

Themengebiet: „Morphing Multifunctional Moveables“

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“ am
Institut FA – eine Retrospektive

Markus Kintscher, DLR



Wissen für Morgen

