

Wissenschaftstag 2012

Adaptronik - Potentiale der aktiven Funktionsintegration

Themengebiet: „Morphing Multifunctional Moveables“

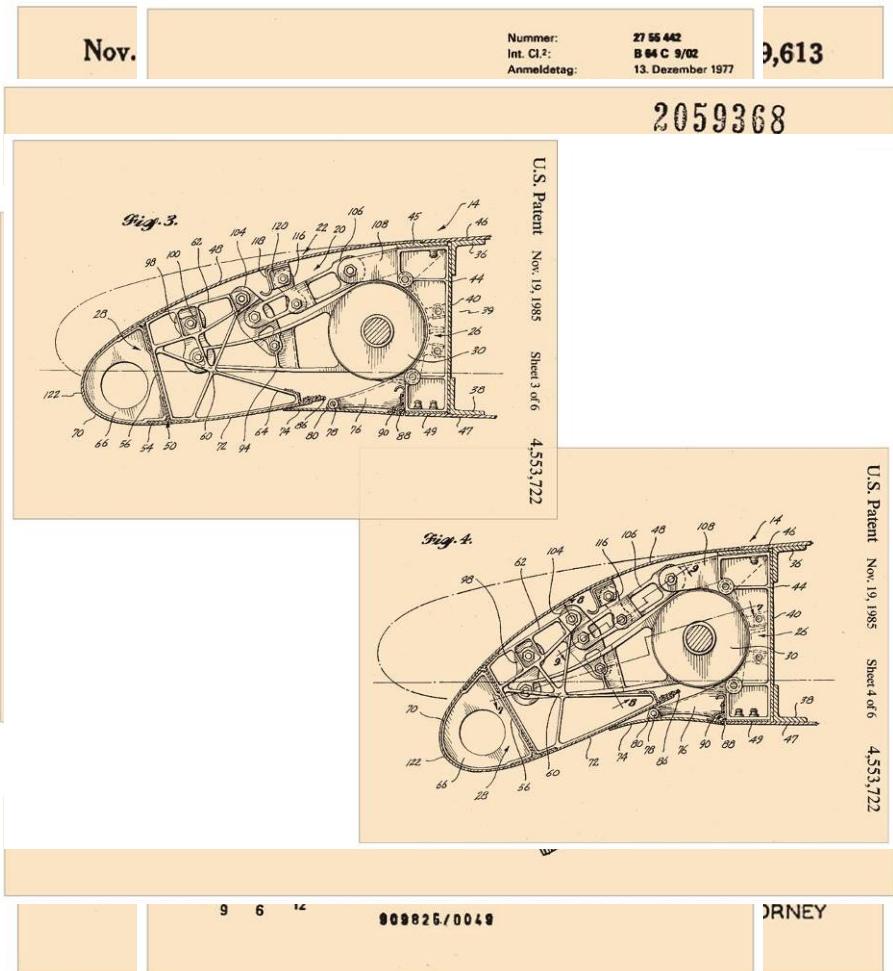
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“ am
Institut FA – eine Retrospektive

Markus Kintscher, DLR



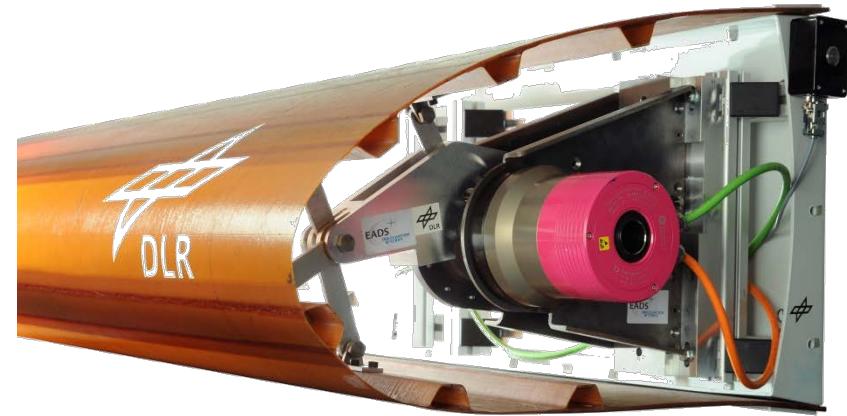
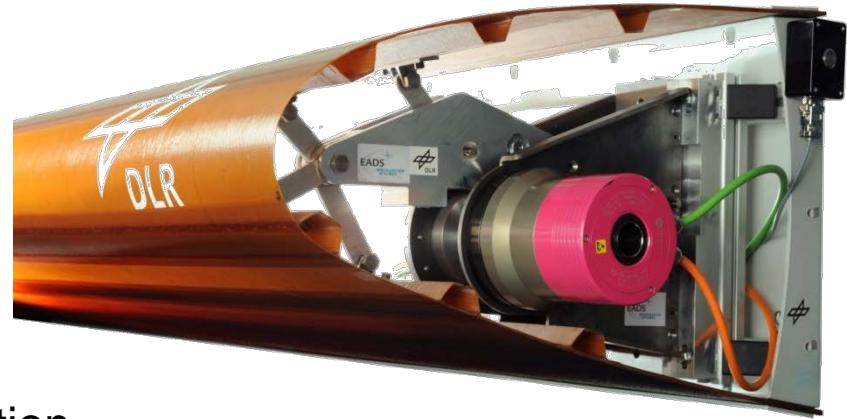
Wissen für Morgen

Morphing Multifunctional Moveables



Morphing Multifunctional Moveables

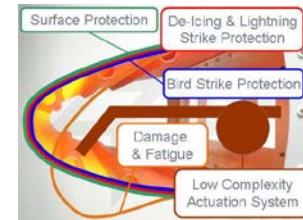
- Konzept
 - Werkstoff
 - Aktuierung
 - Bauraum
- Strukturkonforme Funktionsintegration
- Gewicht
- Energiebedarf
- Erfüllung von zusätzlichen Basisanforderungen



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

- Projekthistorie

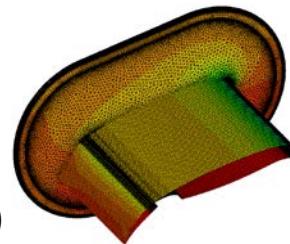
→ SARISTU (EU)
2011 - 2015



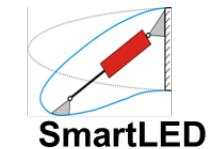
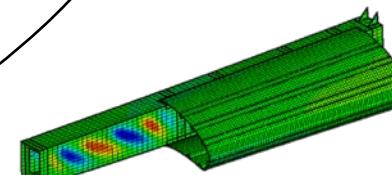
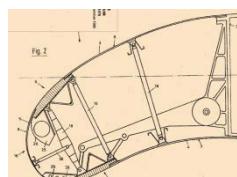
→ JTI-Cleansky, SFWA (EU)
2008 - 2013



→ SADE (EU)
2008 - 2012



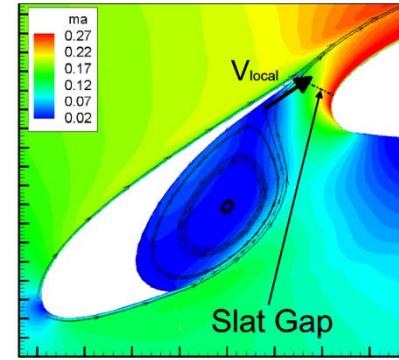
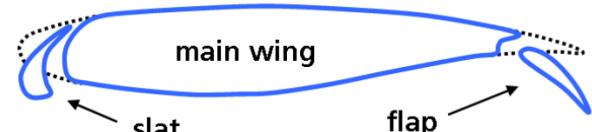
→ Smart LED (LuFo 4)
2007 - 2010



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Motivation:

- Konventionelle Vorflügellösungen 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

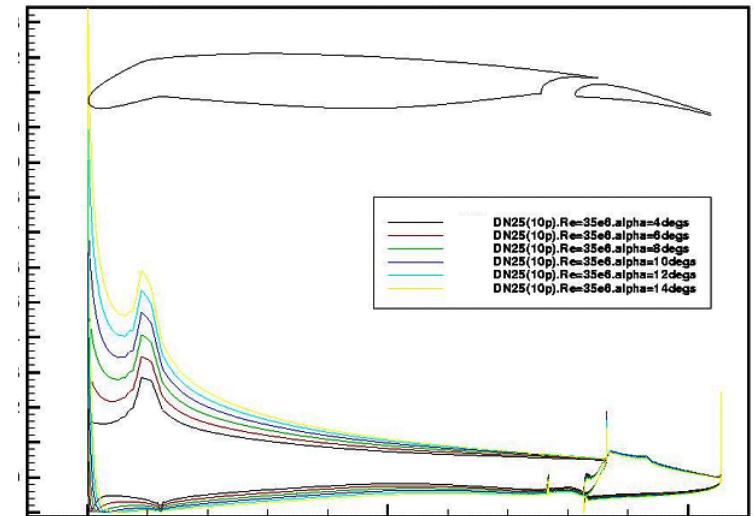
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Motivation:

- A380 inboard device:
Conventional “hinged” Droop Nose



- Starrkörperbewegung
- Geometrische Einschränkungen
- Großer lokaler Krümmungsgradient auf der Oberseite im Holmbereich
- Negativer Effekt auf die cp-Verteilung und Ablöse-Tendenz

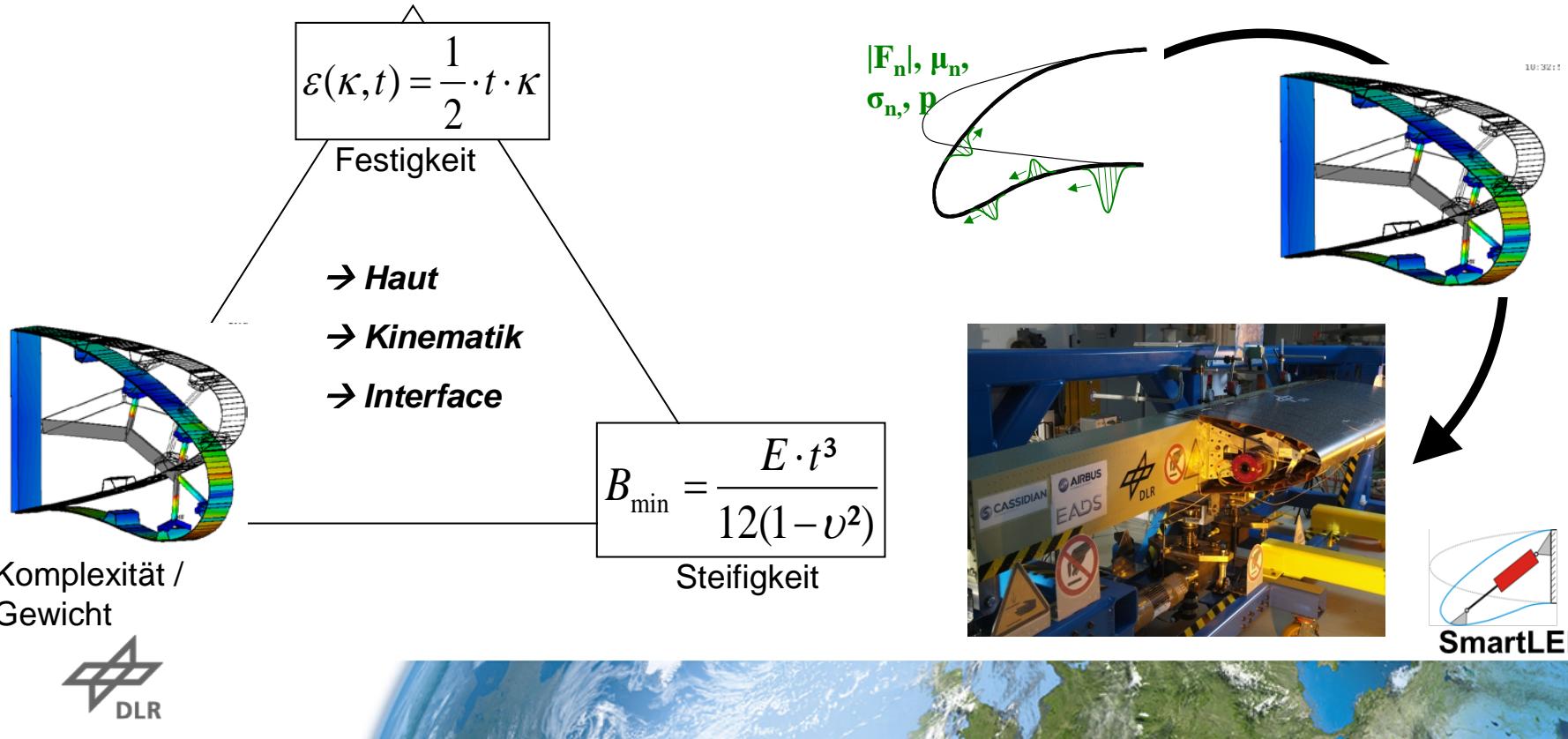


Source: Airbus

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SmartLED:

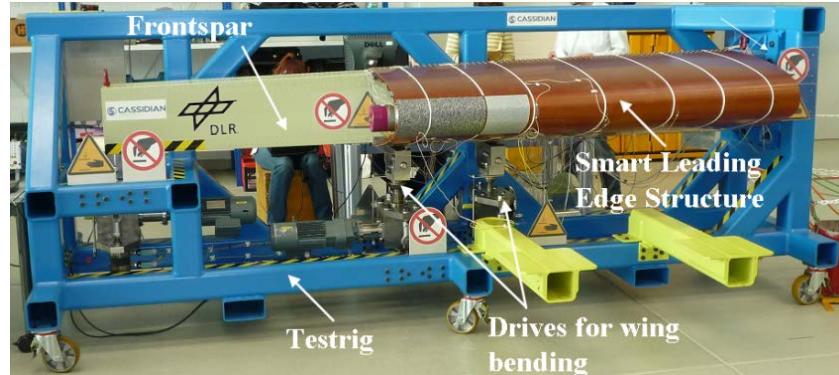
→ „Konzeptfindung / Vorentwurf / Realisierung / Bodenversuch“



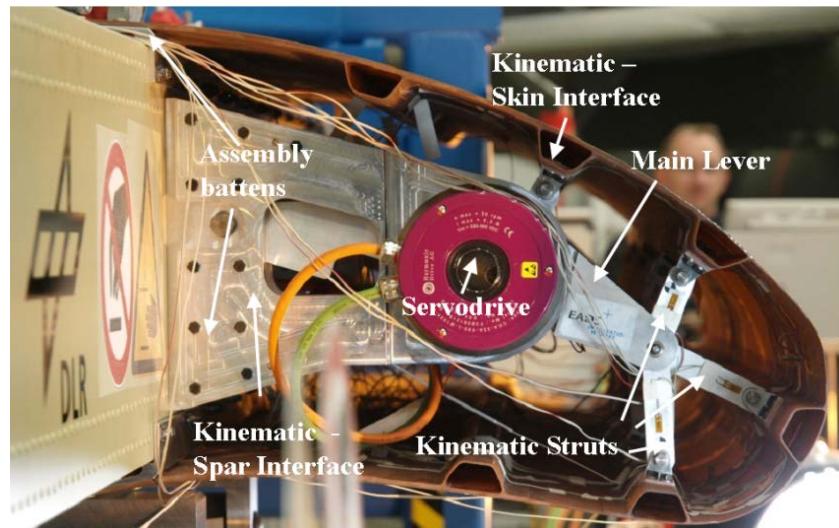
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

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

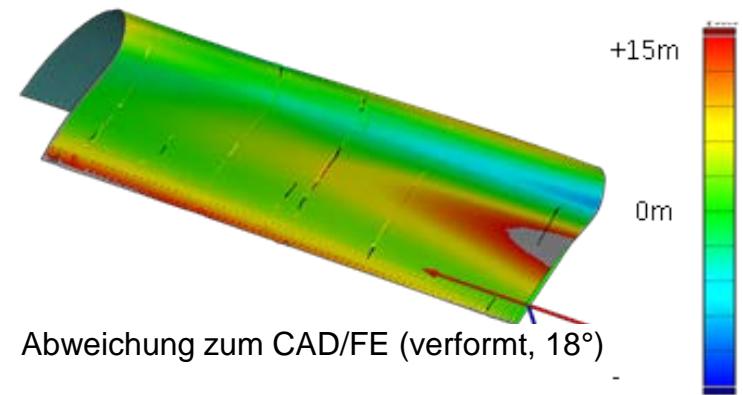
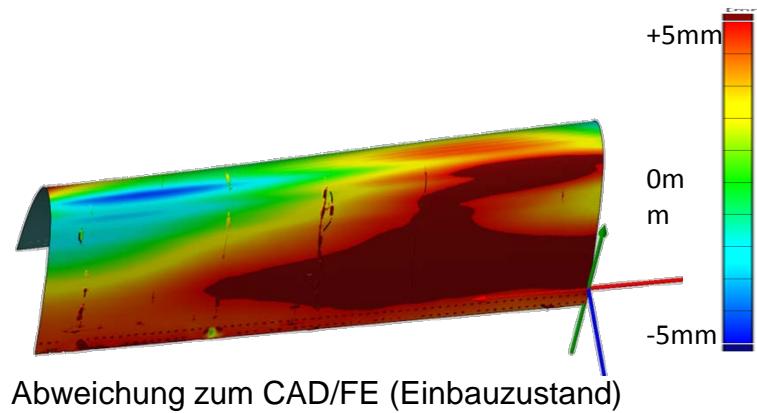


Side view of droop nose device at deployment angle of about 18°

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“:

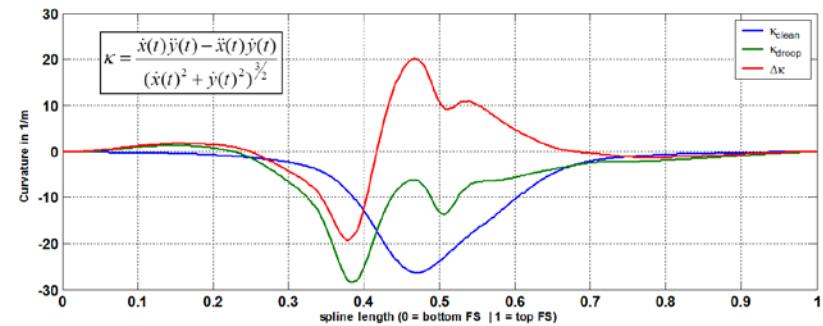
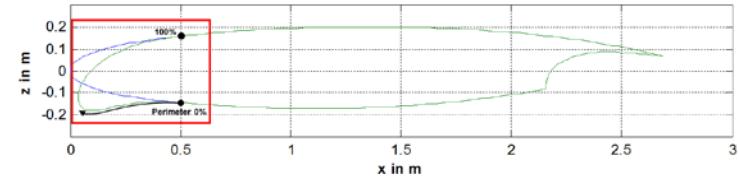
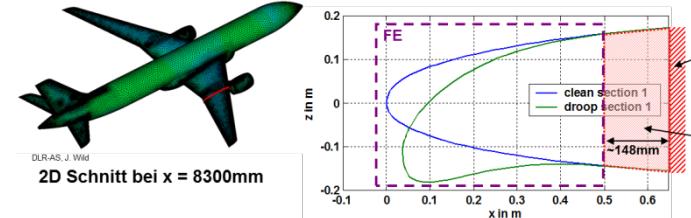
- Die Konzeptentwicklung und – realisierung war nur erfolgreich, weil Struktur, Kinematik und Holm in einem gemeinsamen und multi-disziplinären Entwurfsprozess stattgefunden haben.
- Wichtigste Randbedingungen für die Konzeptentwicklung sind Zielkonturen und Luftlasten.
- Das Konzept/Material erfüllt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



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

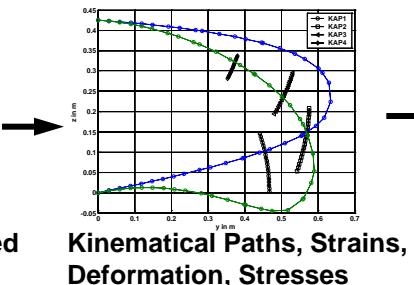
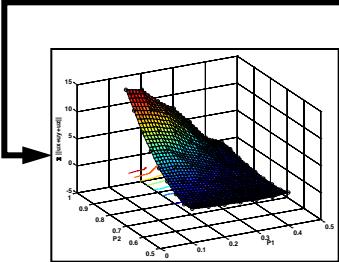
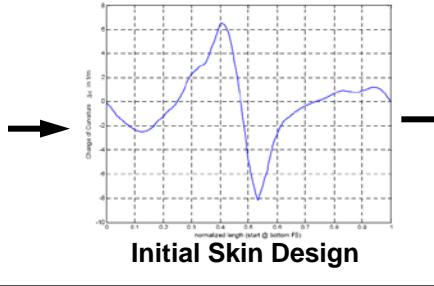
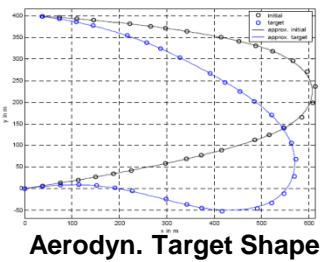


- Entwurf einer formvariablen Vorderkante für eine aerodynamisch optimierte Zielkontur, 2D
- Vergleichende Bewertung der Entwürfe für den FNG- und einen HARLS- Flügel
- Prozesskette für Wiederholbarkeit und Bewertung von Entwürfen und des Entwurfsprozesses
- Vorentwurf der Struktur
- Optimierung
- Vorentwurf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



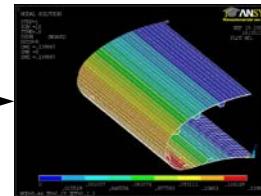
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

- 2D Vorentwurf der Hautstruktur und Kinematik

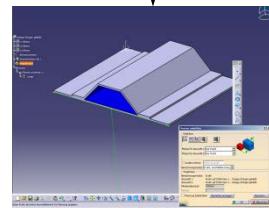


2D parametric FE, Optimized Support Positions

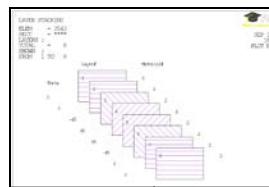
- 3D Detailed Design



3D FE model



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“

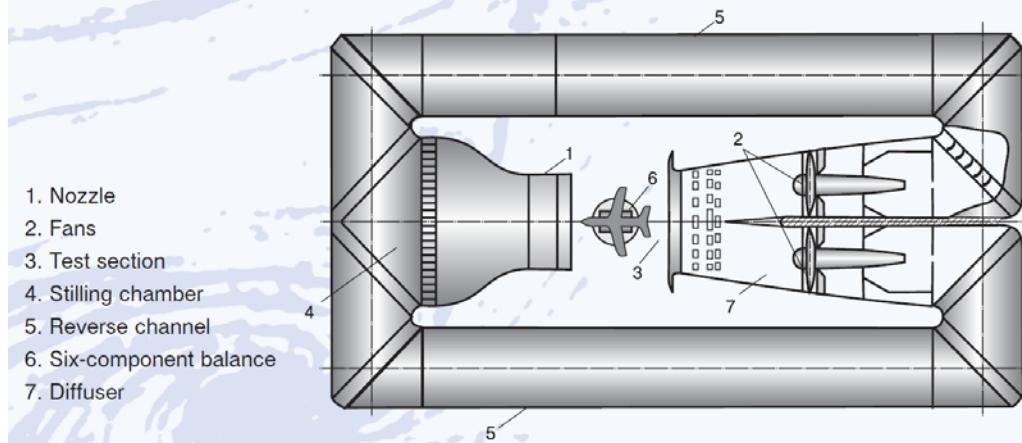


→ Windkanalversuch 29.08 – 07.09.2012 im T-101 der TsAGI

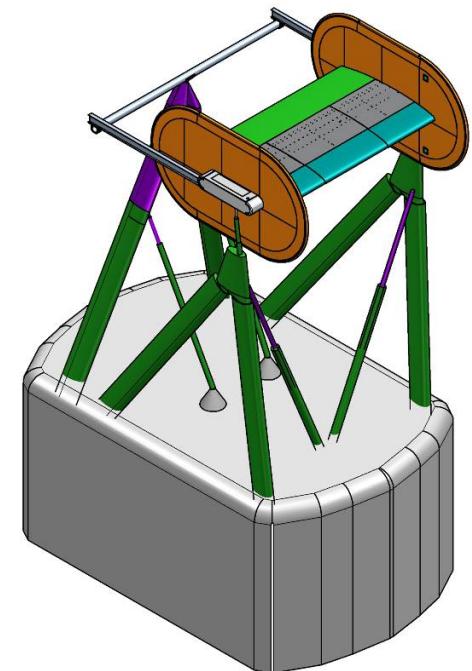
Flow velocity
Reynolds number per 1 m
Total pressure
Dynamic pressure
Stagnation temperature
Angle of attack (α)
Side slip angle (β)

5–52 m/s
up to $3.6 \cdot 10^6$
atmospheric
up to 1.7 kPa
environmental
 $\pm 20^\circ$
 $\pm 180^\circ$

Test section dimensions:
Cross section area (elliptical) 24×14 m
Test section length 24 m
Test object dimensions:
Wing span up to 18 m
Fuselage length up to 30 m
Wing area up to 35 m²



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

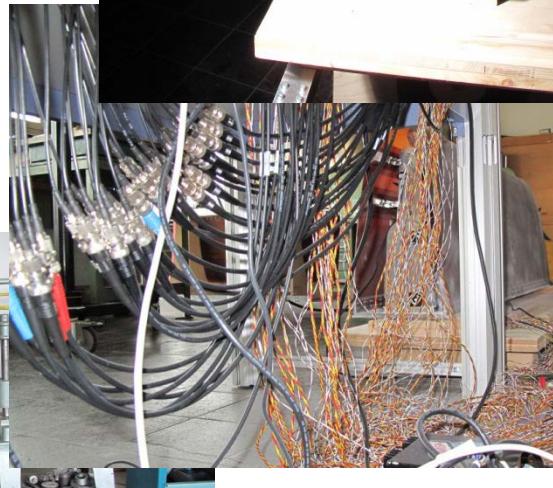
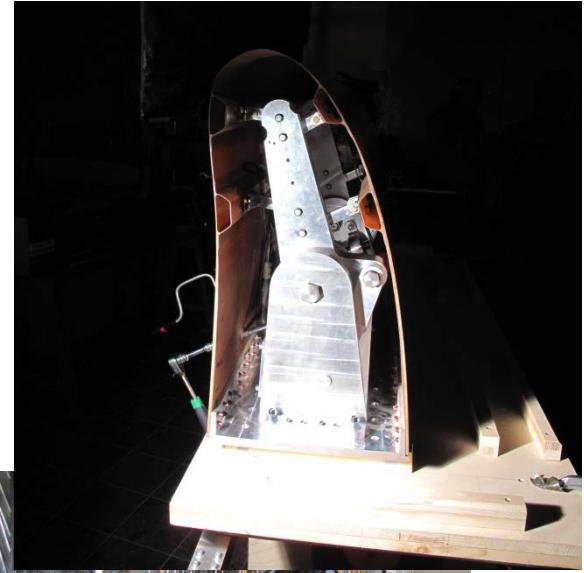


SADE Windkanalmodell

5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

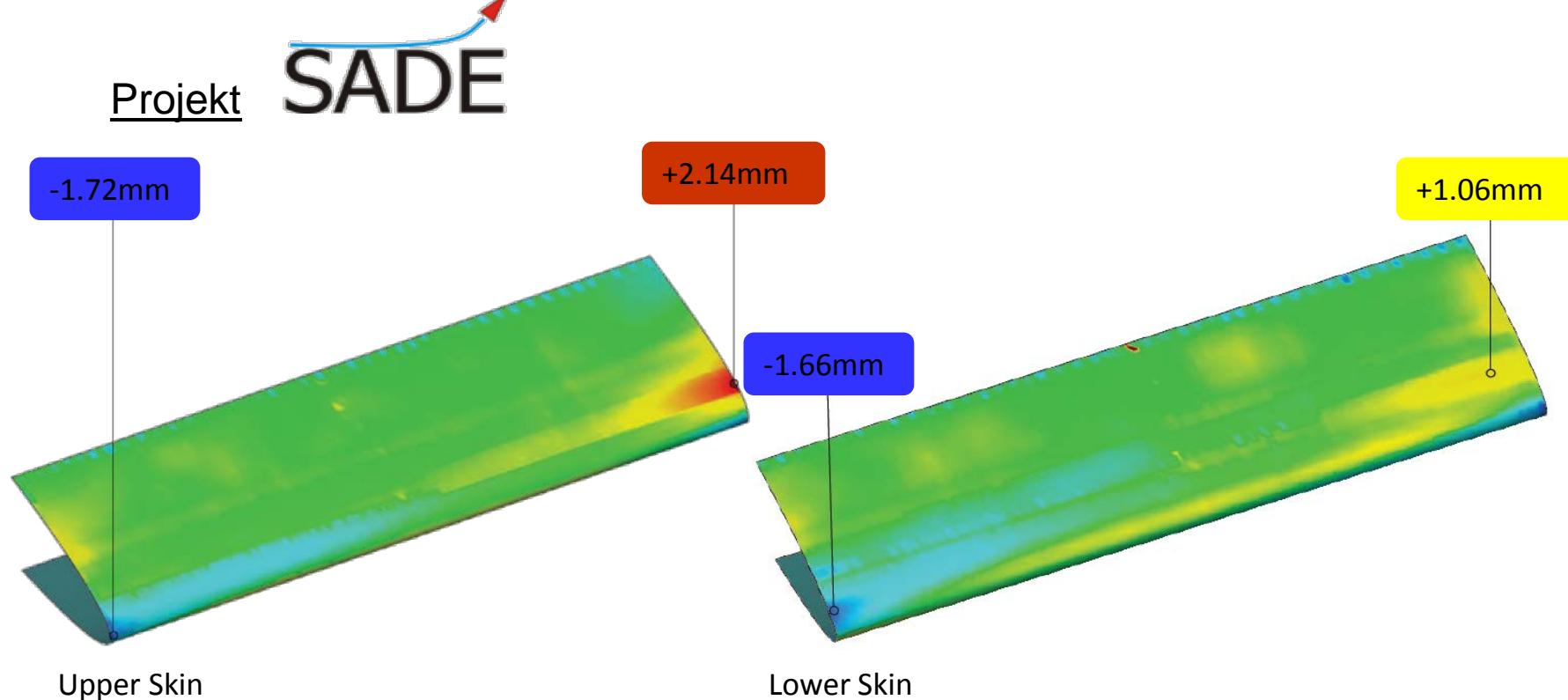


- Zusammenbau und Funktionstest mit Vermessung der Kontur in Manching, CASSIDIAN, 23.09.2011.
 - Funktionstest
 - Kontur Unverformt
 - Kontur Verformt
 - Dehnungen in mittlerem Testsegment



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt

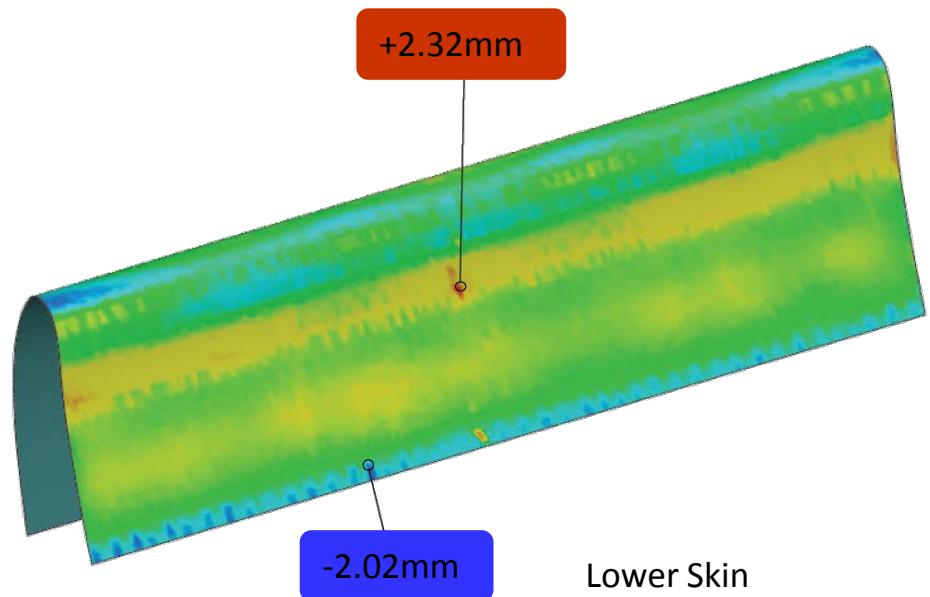
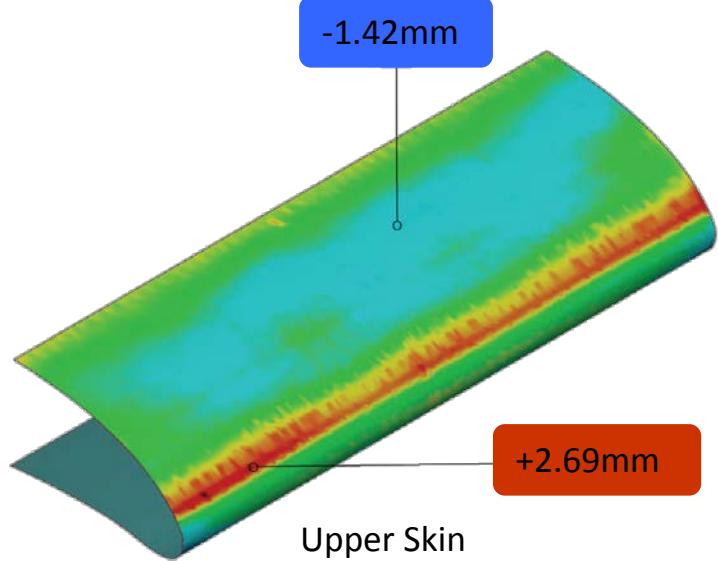


→ Vermessung der Außenkontur, **unverformt**



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt



→ Vermessung der Außenkontur, verformt

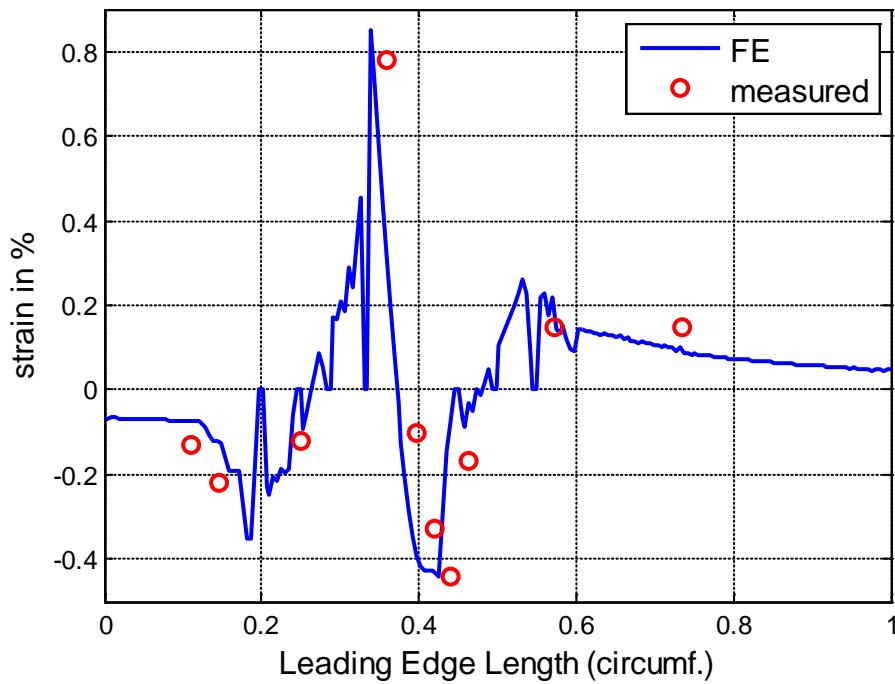


5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt



- Dehnungsmessungen



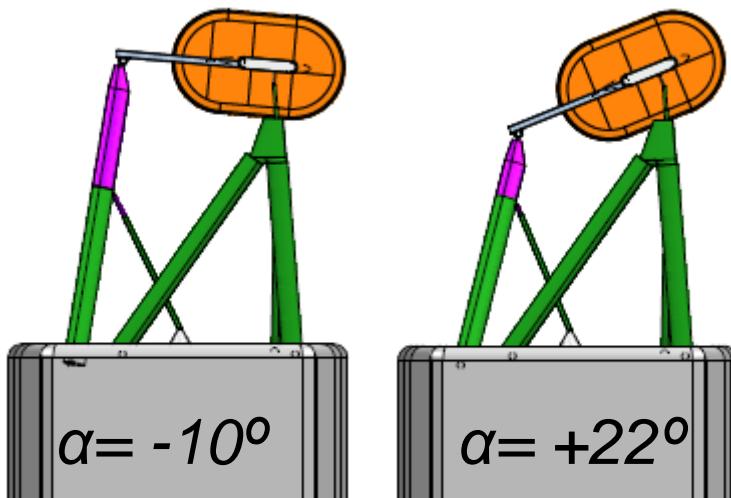
DMS Positionen zur
Messung von Dehnungen:



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“



→ Windkanalversuch 29.08 – 07.09.2012 im T-101 der TsAGI



Anstellwinkel:

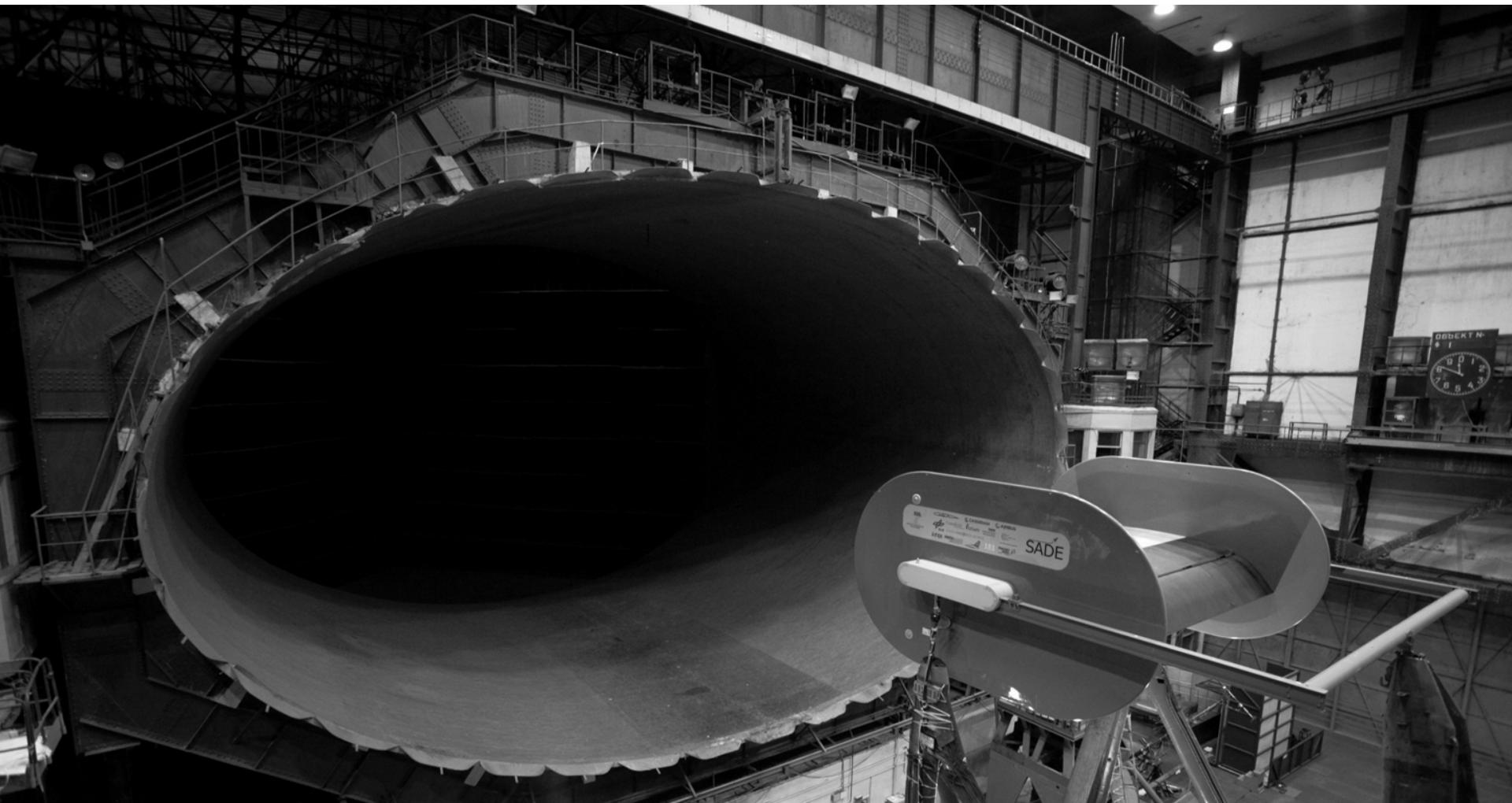
$\alpha = -10^\circ, -5^\circ; 0^\circ; +5^\circ; +10^\circ; +15^\circ; +19^\circ; +22^\circ$

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	$d_{LE} = 0^\circ - \text{clean}$ $d_{TE} = 0^\circ - \text{retracted}$	7	30	$-10^\circ \div +22^\circ$
		8	40	
		9	50	



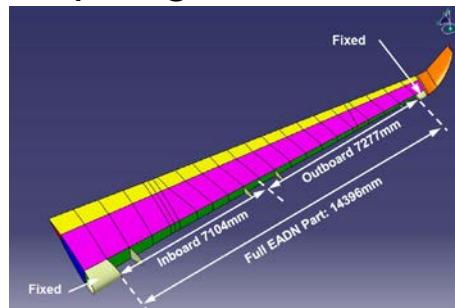
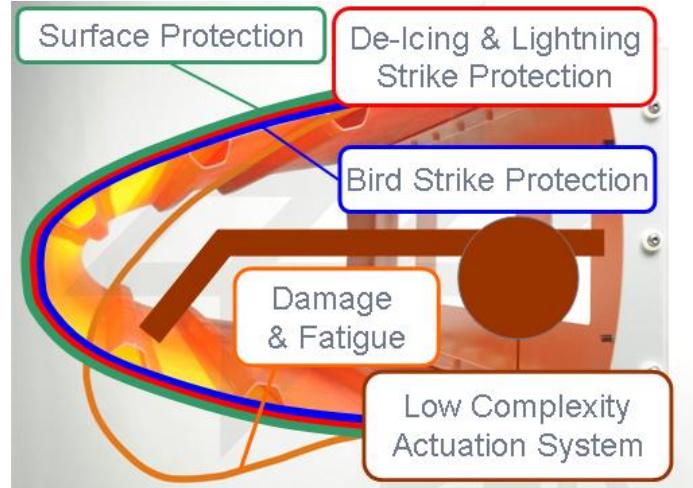
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“



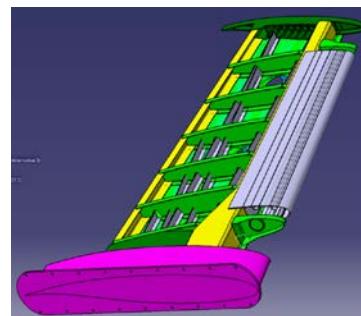
5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

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



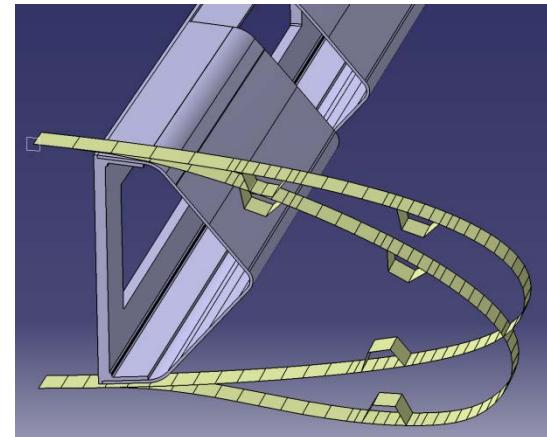
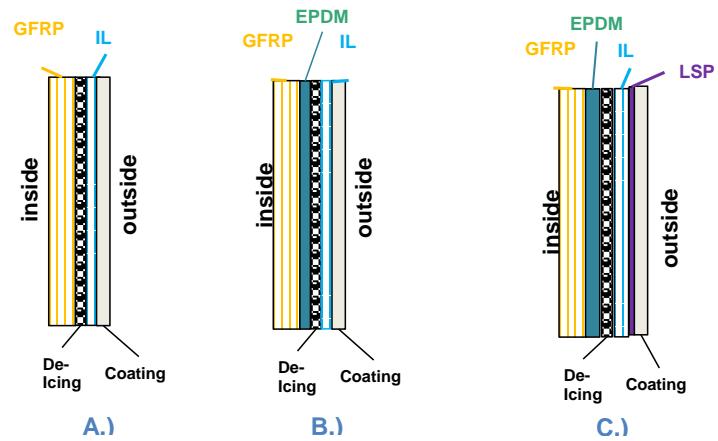
Windkanalversuch, 2.2m



5 Jahre Forschung an der „Smart Droop Nose“

Projekt SARISTU:

- Integration von
 - de-icing
 - lightning strike protection
 - surface protection
- in 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