

Zwick TestXpo 2016

Optische 3D Messtechnik zur Materialkennwertermittlung und Deformationsanalyse in der Bauteilprüfung

Gom mbH | Oktober 12, 2016





GOM

- 1990 gegründet
- Eigentümergeführtes Unternehmen
- Entwicklung, Produktion und Verwaltung in Braunschweig, Deutschland

GOM Netzwerk

- GOM Gruppe mit 9 eigenen Niederlassungen
- Kontinuierlich auf über 450 Mitarbeiter in der GOM Gruppe gewachsen
- 36 Vertriebs- und Supportpartner mit über 55 Niederlassungen weltweit
- 800 Mitarbeiter im weltweiten Netzwerk

GOM – Kunden (Auszug)



Automobilhersteller

Audi, Avtovaz, Bentley, BMW, Chrysler, Daihatsu Motor, Daimler, Fiat, Ford, GM, Honda, Hyundai, Isuzu, Jaguar, Kia, Land Rover, McLaren, Modenas, NAZA, Nissan, Opel, Porsche, PSA, Renault, Seat, Skoda, Subaru, Suzuki, Tata Motors, Toyota, VW, Volvo, Temsa, ...

Automobilzulieferer

Automotive Lighting, Batz, Bertrandt, Bosch, Bombardier, Bridgestone, Carcoustics, DAAZ, Dräxlmaier, Faurecia, Georg Fischer, Gienanth, Goodyear, Hella, Johnson Controls, Kautex, Textron, Michelin, Nothelfer, Pininfarina, Siemens, Thule, ThyssenKrupp, ZF Sachs, ...

Luftfahrt

Airbus, Air Force Research Labs, Aselsan, Boeing, Cessna, Chrom Alloy, DLR, DNV, EADS, Eurocopter, FAA, FOI, Goodrich, Gorbynov Aviation, Hansen Transmissions, Hydro, IMPO, JAXA, Lockheed Martin, NASA, NLR, Northrop Grumman, ONERA, Vulcan Air, VZLÜ, ...

Weltweit >> 10.000 Systeminstallationen

Turbinenhersteller

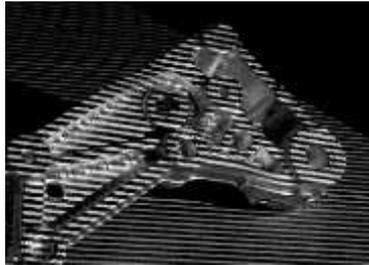
ABB Turbo systems, Alstom, Aviadvigatel, BTL, Chromalloy, Elbar Sulzer, E.ON, Gorbynov Aviation, Honeywell, Howmet, IMA Dresden, MTU, Pratt & Whitney, Rolls Royce, Salut, Saturn, Siemens PG, Snecma, Solar Turbines, Triumph, Turbine Services, ...

Konsumgüter

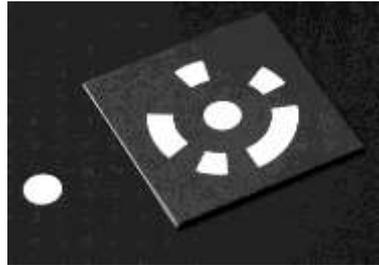
Adidas, Asics, ASUS, Blaupunkt, Bosch, Braun, Ching Luh Shoes, Ecco, FisherPrice, Foxconn, Fuji, Gillette, Greenpoint, Hilti, Lego, LG Electronic, Mattel, Microsoft, Motorola, Nautor, Nike, Nokia, Philips, Reebok, Samsung, SANYO, Siemens, Sony, Stihl, Villeroy+Boch, Walt Disney, ...

Zulieferindustrie

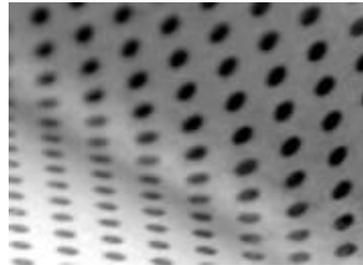
ACTech, Alfa Laval, Alcan (Alusuisse), Arcelor, BASF, Bayer, Corning, DuPont, EXXON, Hydro (VAW), Pierburg, Kolbenschmidt, Salzgitter, Shell, Tata Steel, Thyssen Krupp, Thyssen Nirosta, Tokai Rubber Industries, Voest Alpine Stahl, ...



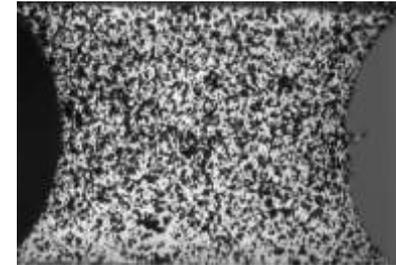
Projizierte Muster



Punktmarken



Regelmäßige Punktmuster



Stochastische Muster

Digitale Bildverarbeitung

3D-Koordinatenmesstechnik

Anwendungen

- Material und Bauteilprüfung
- Materialkennwerte
- Qualitätssicherung Automatisierung

Messsysteme



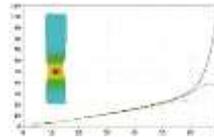
ATOS
Flächenhaftes
3D-Scannen



TRITOP
Mobiles
optisches KMG



ARAMIS
3D-Bewegungs- und
Verformungsanalyse



ARGUS
Optische
Formänderungsanalyse



PONTOS Live
Optisches
Live KMG



GOM Inspect



GOM Correlate

ARGUS

Optische Formänderungsanalyse



Formänderungsanalyse für die Blech- und Umformindustrie

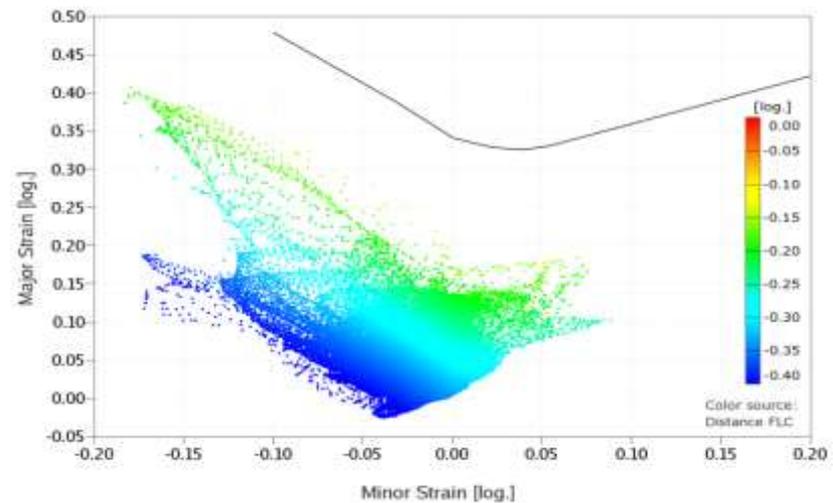
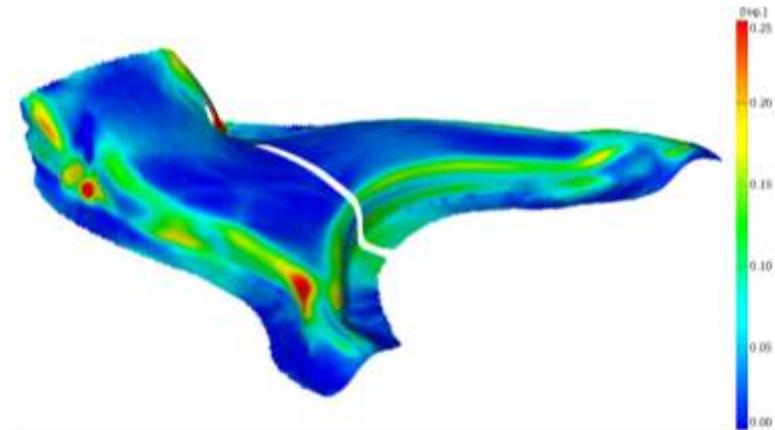
Flächenhafte Messung

- 3D-Koordinaten der Bauteiloberfläche
- Formänderungen (Haupt- und Nebenformänderung)
- Blechdickenabnahme
- Grenzformänderungsdiagramm

Verifizierung von Simulationen

Werkzeugprüfung

Troubleshooting

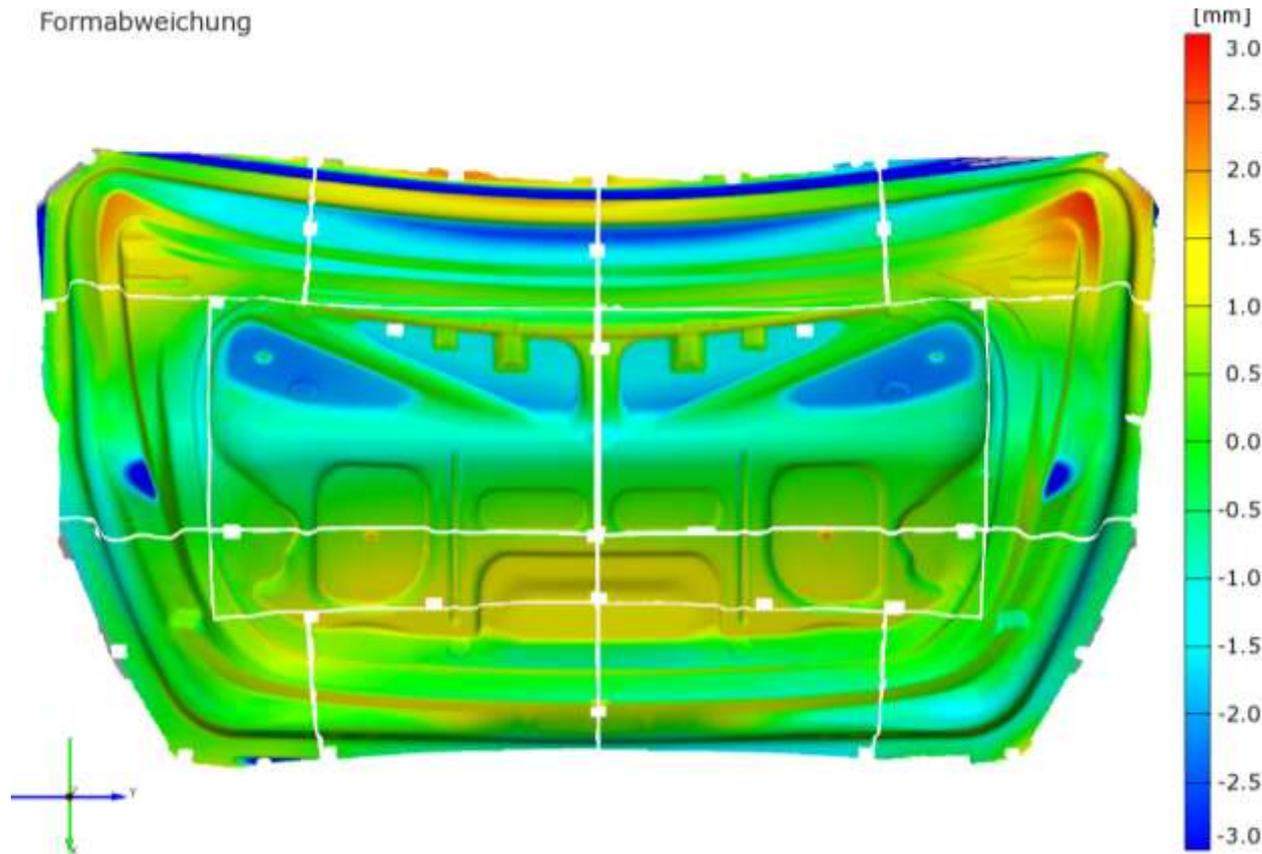


Verifikation von Simulationen



Import von FEM oder CAD
Daten in ARGUS (ARAMIS)

Formabweichung



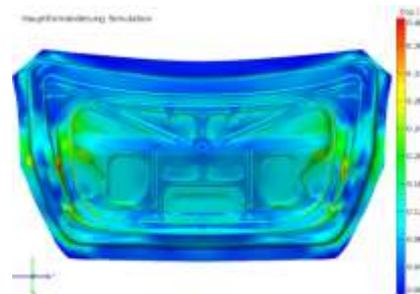
Verifikation von Simulationen



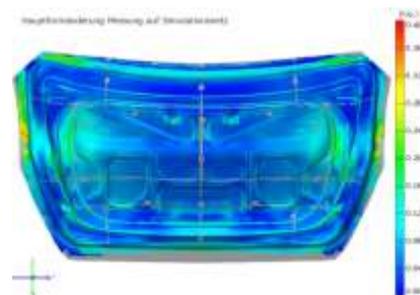
Import von FEM Daten in ARGUS (ARAMIS)

Differenz

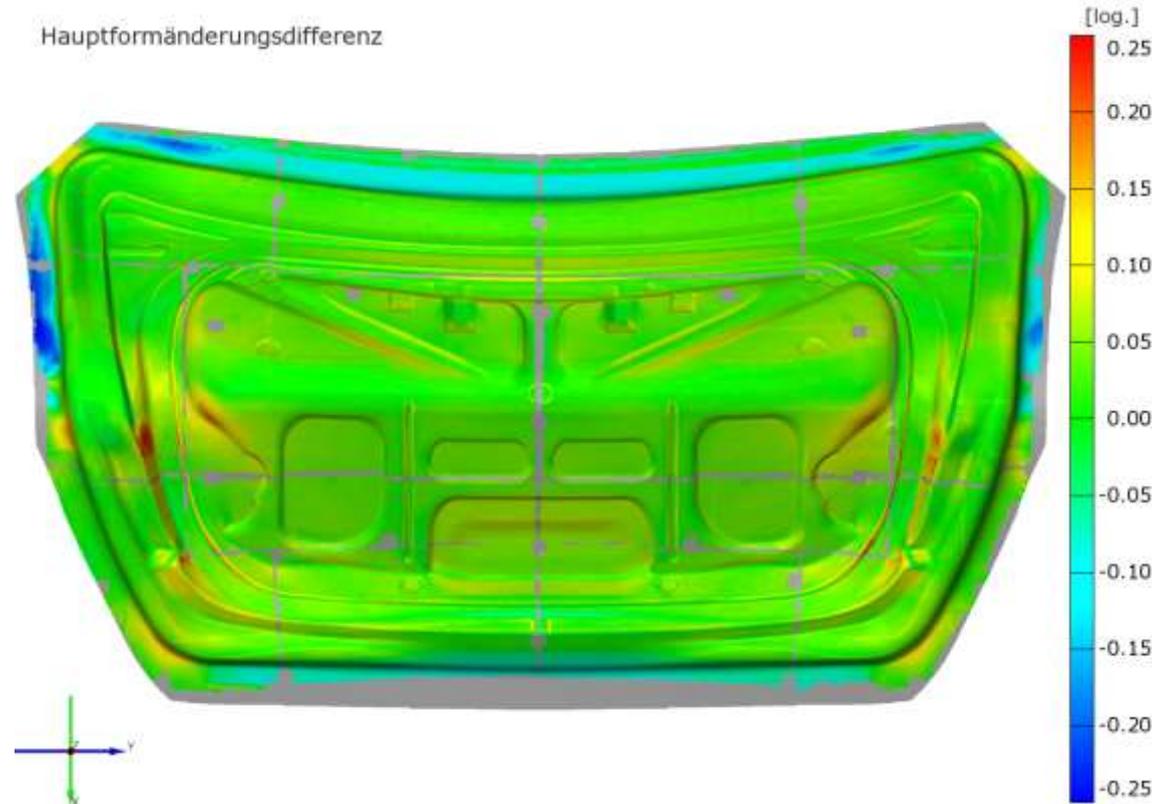
Simulationsergebnis



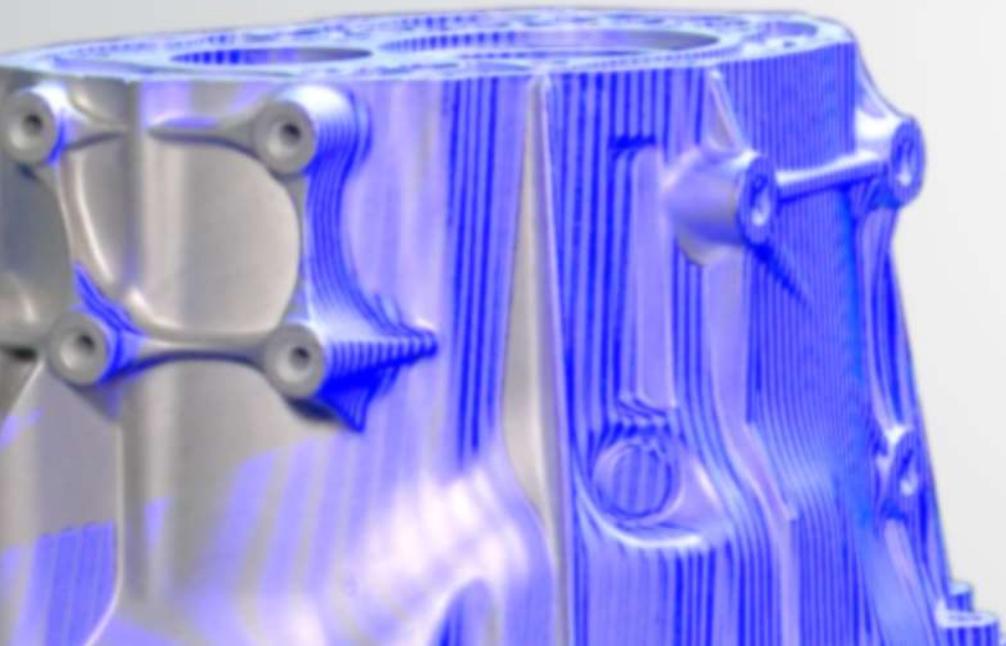
Messergebnis



Hauptformänderungsdifferenz



ATOS
Technologie



ATOS

Flächenhaftes 3D-Scannen



Berührungslose, vollflächige 3D-Messtechnik

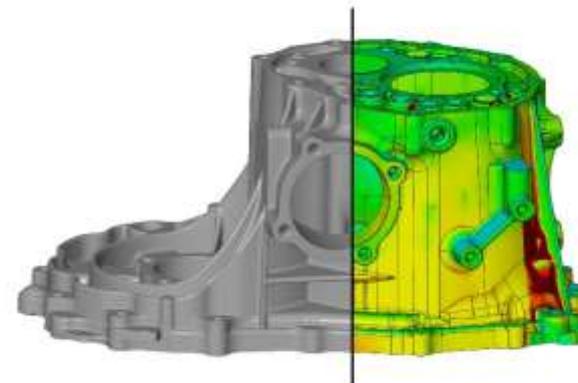
Gesamte Bauteilgeometrie

Präzise 3D-Koordinaten

Flächenhafte Abweichungen zum CAD

Form- und Maßanalyse

Messberichte



Automobil-Presswerk



Bauteile:

Einzelne Blechbauteile
(Motorhaube, Autotür, B-Säule, Heckklappe, Autodach, Seitenwand)

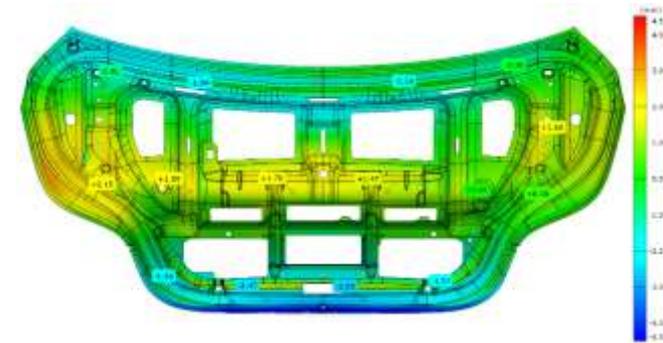
Typische Anwendungsfälle

Ableich in der Einarbeitungsphase (Try-Out)

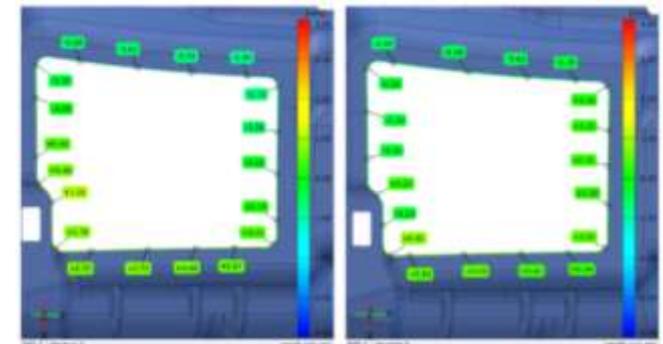
- Vollständige Analysemessung (vollflächige Abweichung, Inspektionsschnitte, Beschnitt & Auffederung, Rückfederung, Lochmuster)

Qualitätskontrolle in der Produktion

- Erfassung aller Prüfmerkmale und Funktionsmaße
- Trendanalyse und statistische Prozesskontrolle (SPC)
- Export der Messergebnisse und Messberichte auf internen Server und Datenbank



Vollflächige Abweichung zum CAD



Beschnitt & Auffederung

Automobil-Werkzeugbau



Bauteile:

Gussrohling, fertiges Werkzeug

Typische Anwendungsfälle

Vollflächige Erfassung von Gussrohlungen

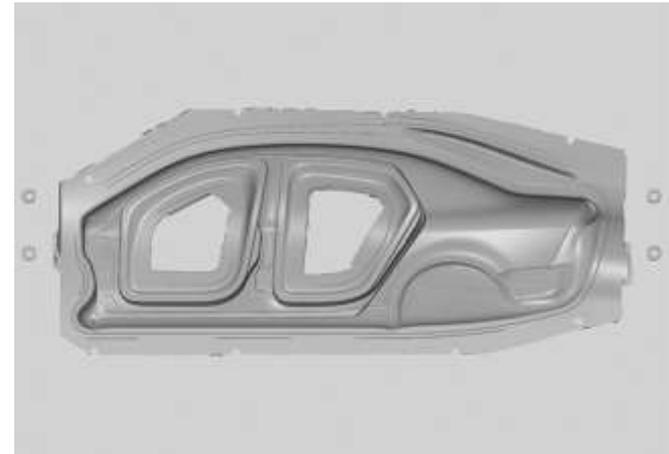
- Kontrolle von Übermaß
- Verkürzung der CNC-Bearbeitungszeiten

Qualitätskontrolle von gefrästen Werkzeugen

- Rückfederungskompensation
- Proaktive Verschleißkontrolle / verlängerte Werkzeuglebensdauer
- Werkzeugarchivierung

Werkzeug-Instandhaltung

- Schnelle Ursachenermittlung
- Schnelles Fräsen von Kopien bei defektem Werkzeug
- Lokalisierung und Markierung von Aufschweiß- und Instandsetzungsbereichen (Rückprojektion)



3D Koordinatenmesstechnik



Standard Lösung

- Sensor auf Stativ
- Manuelle Sensorbewegung

Einfache Automatisierung

- Rotationstisch
- Lift für Sensor

Automatisierte Lösungen

- Sondermesszellen mit Roboter
- Setup für Inline-Messzellen

Automatisierte Standard Lösungen

- GOM Scan Box Familie incl. Roboter



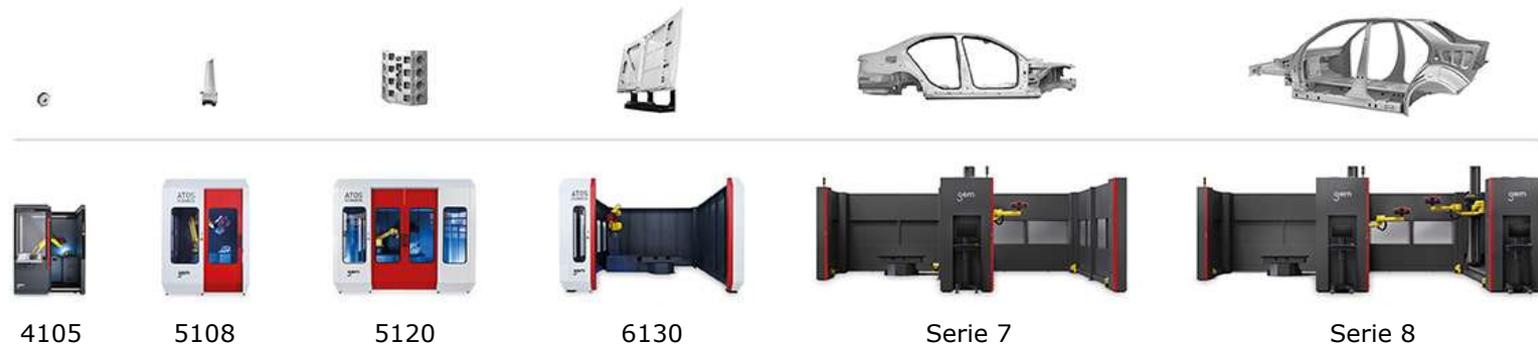
GOM Lösungen für die automatisierte optische Messtechnik



ATOS ScanBox

Optische 3D Messmaschine für die automatisierte Maßkontrolle

Geeignet für unterschiedliche Anwendungen und Bauteilgrößen



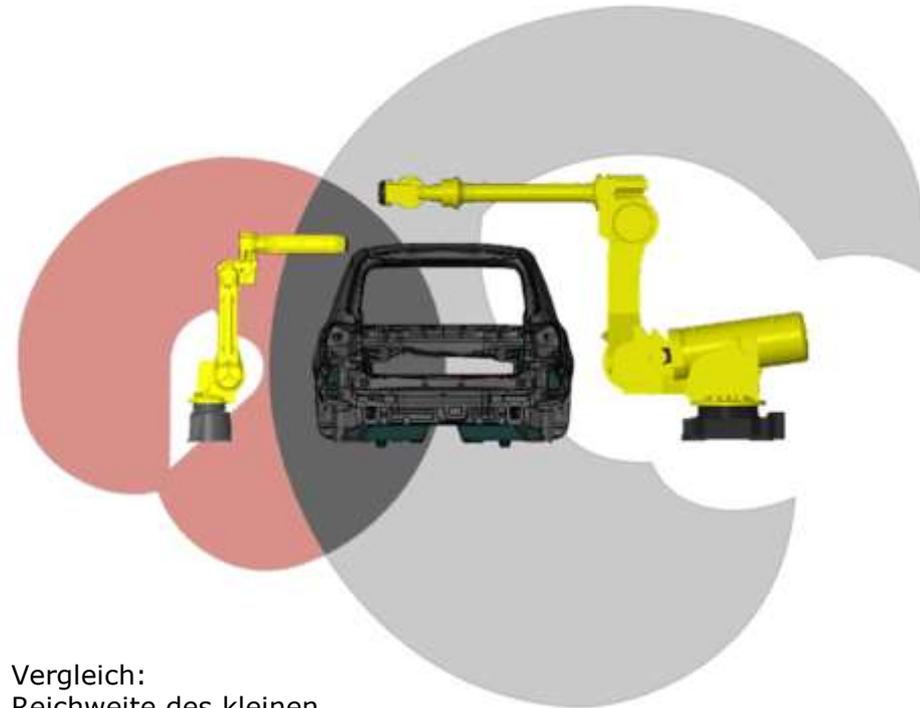
Neue 8-Achs-Kinematik



Neues GOM Konzept für große Bauteile

Messung kompletter Fahrzeugkarosserien:

- Von oben
- Von unten
- Von der Seite
- Von innen



Vergleich:
Reichweite des kleinen
und des großen Roboters

Neue 8-Achs-Kinematik

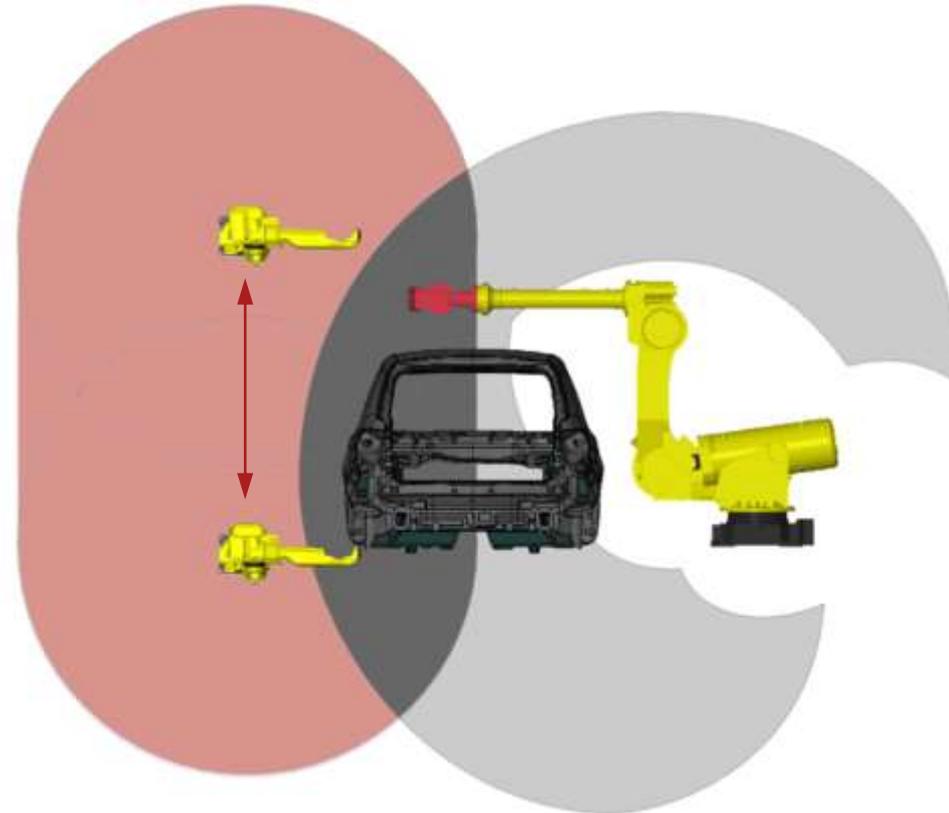


Neues GOM Konzept für große Bauteile

Messung kompletter Fahrzeugkarosserien:

- Von oben
- Von unten
- Von der Seite
- Von innen

Kleiner Roboter auf vertikalem Lift,
um die Reichweite zu vergrößern



Neue ATOS ScanBox



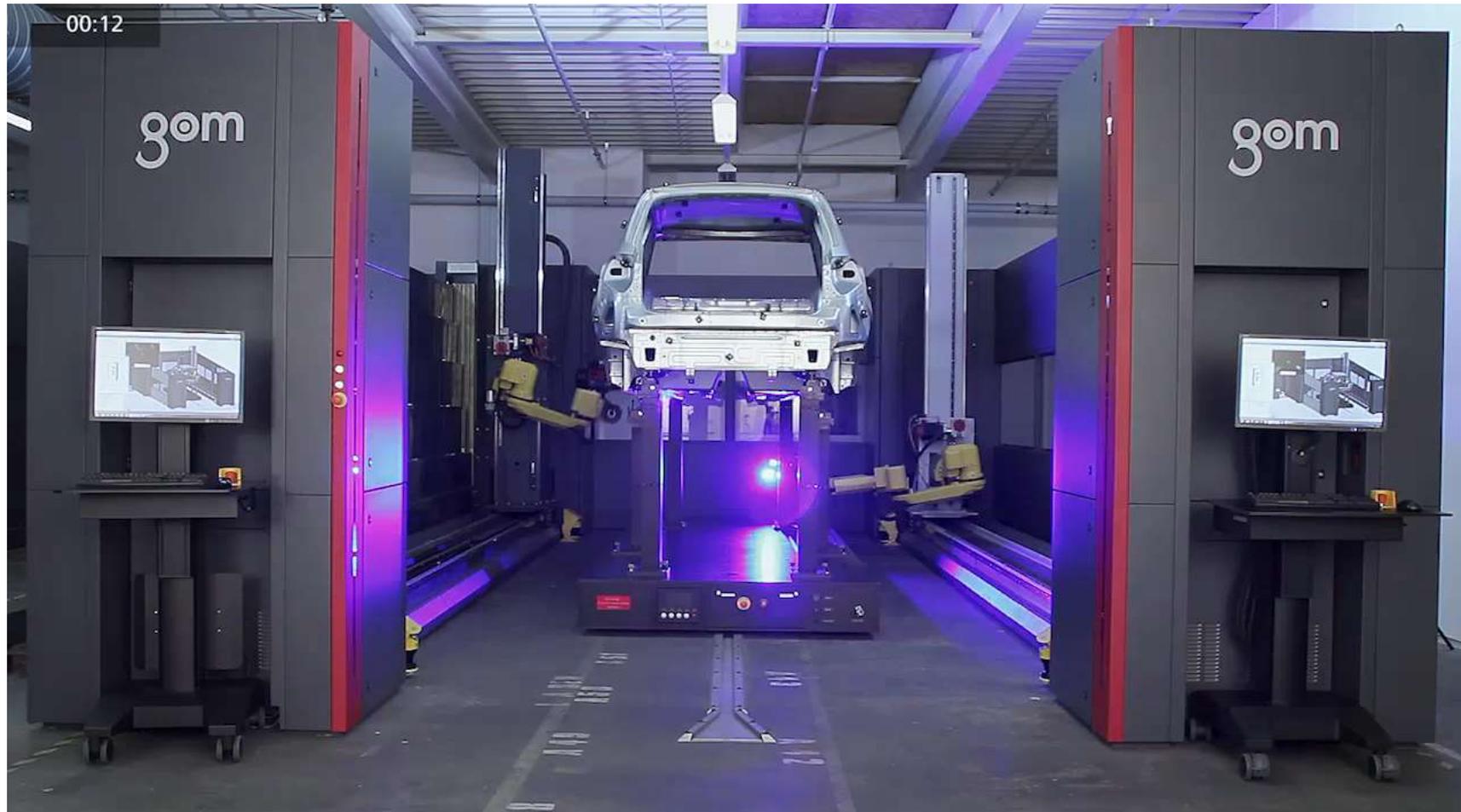
ATOS ScanBox Optische 3D-Messmaschine

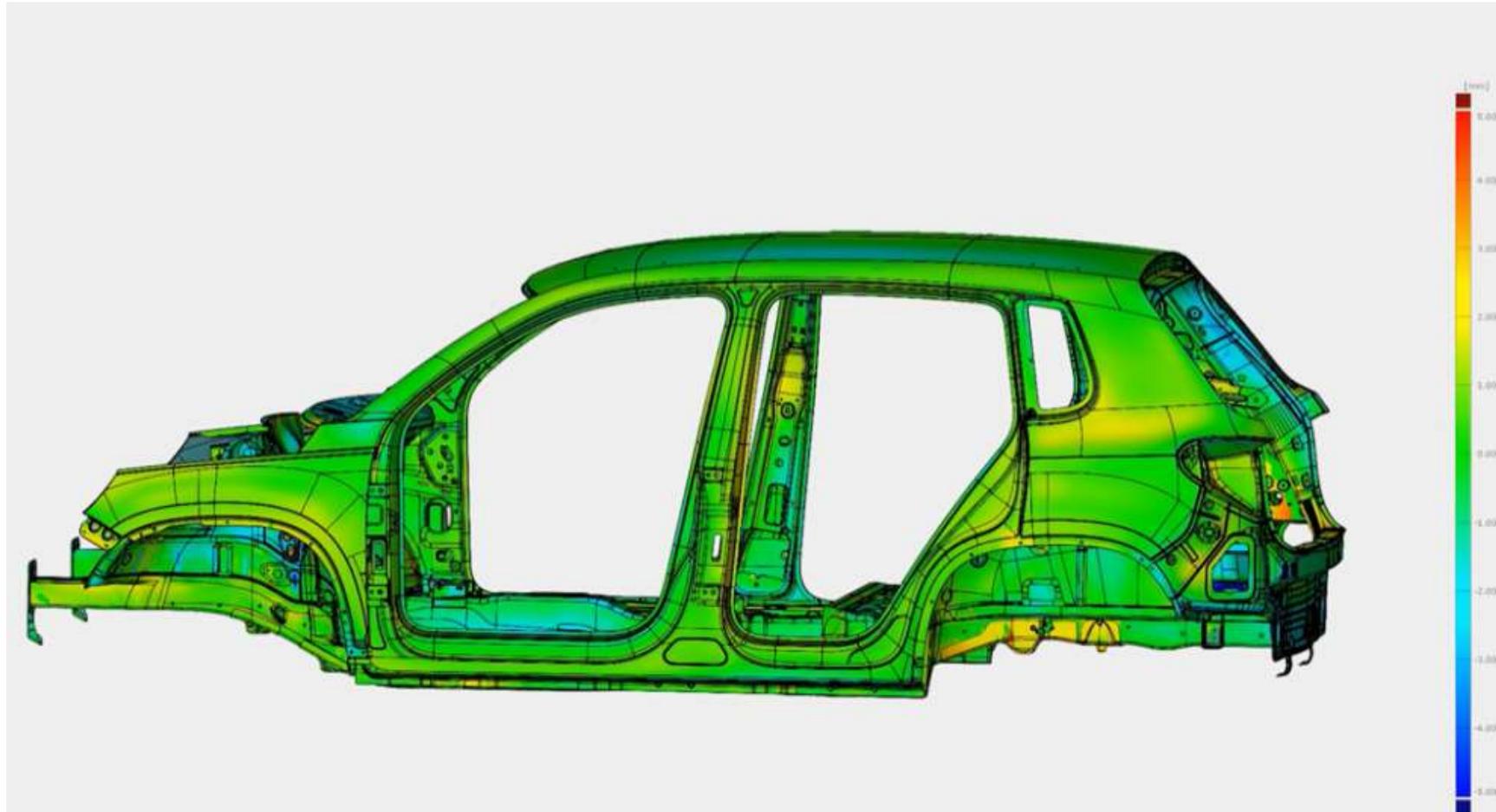


ATOS ScanBox Series 8

Auto Teaching in VMR

ATOS ScanBox Optische 3D-Messmaschine





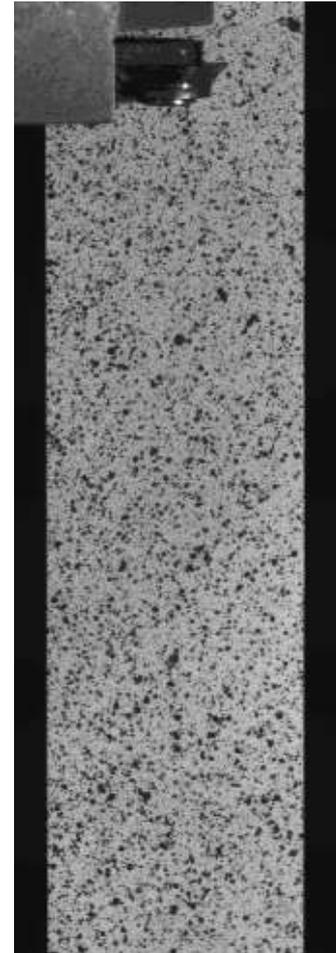
ARAMIS Deformationsanalyse



Mehr als 20 Jahre Erfahrung in DIC

Grundlegende Funktionen von ARAMIS

- 3D-Messsystem zur Verschiebungs- und Deformationsmessung für Material- & Bauteilprüfung
- 3D-Verschiebungen und Dehnungen werden auf der Objektoberfläche berechnet
- Alternative zu Dehnungsmessstreifen, taktilen Verschiebungs- und Beschleunigungssensoren
- 3D-Messsystem für Forschung und Industrie



Anwendungen



Bestimmung von Materialeigenschaften

Dynamisches Bauteilverhalten

Strukturversuche

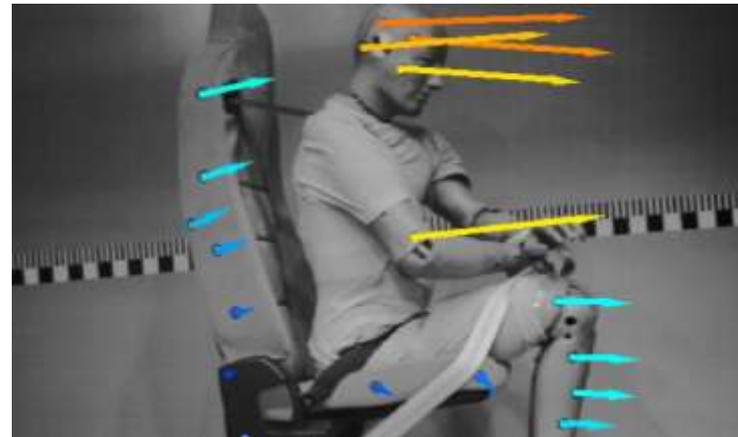
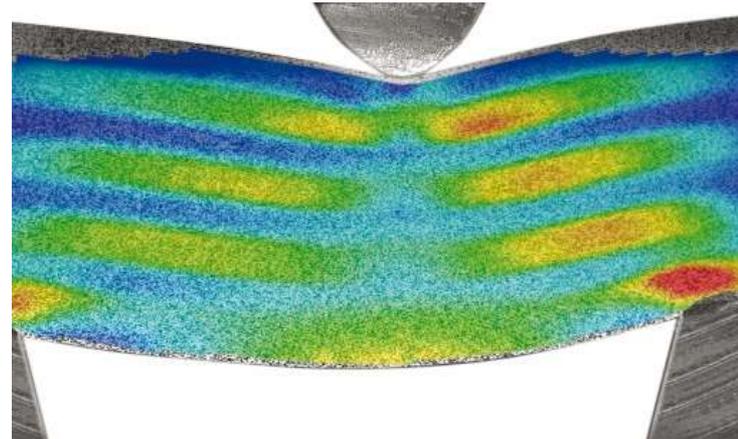
Verifizierung von FE-Simulationen

Steuerung von Versuchsaufbauten

Crashtests und Aufprallversuche

Prüfung von Lebensdauer und Materialermüdung

Schwingungsanalyse



ARAMIS - Anwendungen

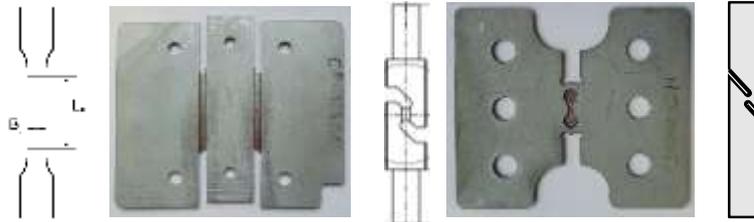


Test Methoden

- Zugversuch
 - Standard
 - Biaxial
 - Fatigue (LCF)
 - ...

- Bauteilversuche
 - Crash Tests
 - Vibration Test
 - Thermische Verformung
 - ...

- Scherversuch
 - Modifizierter Zugversuch
 - Miyauchi
 - Ebener Torsionsversuch
 - ...



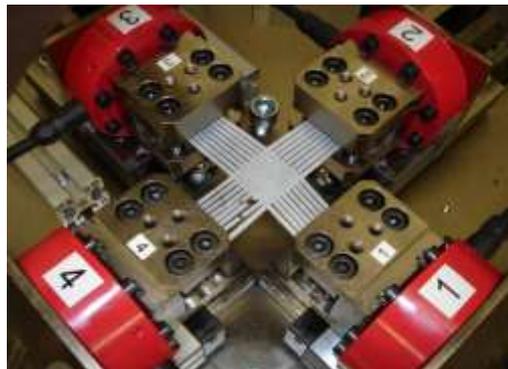
- Bulge Test
- Nakajima Test
- Lochaufweitung
- Diabolo Test

- Schichtstauchversuch
- Biegeversuch
- ...



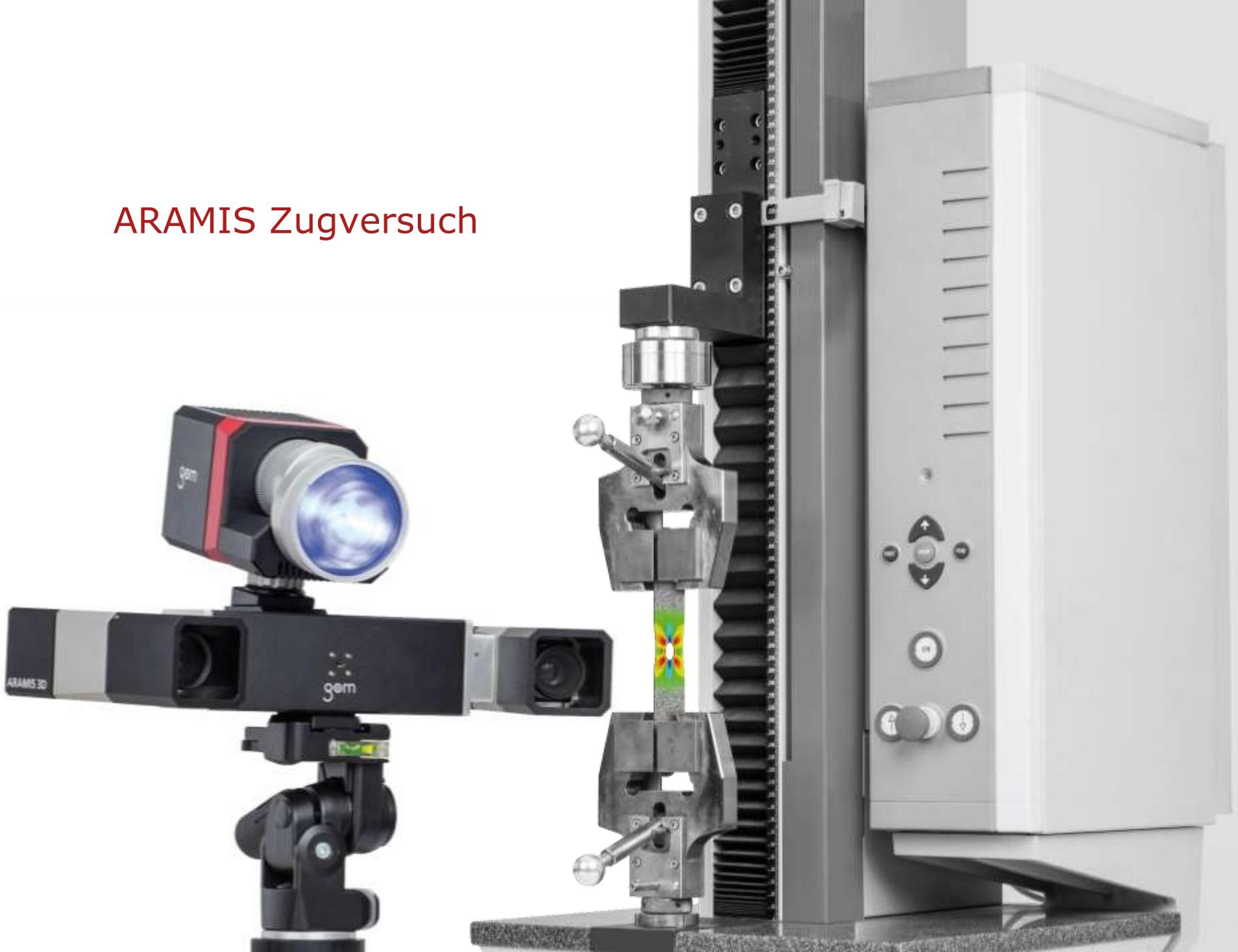
Anwendungen

- Material Parameter
- Lokale Effekte
 - Verfestigung
 - Versagenskriterien
 - Bruchmechanik
- Bauteilversuche



Quelle: IWU

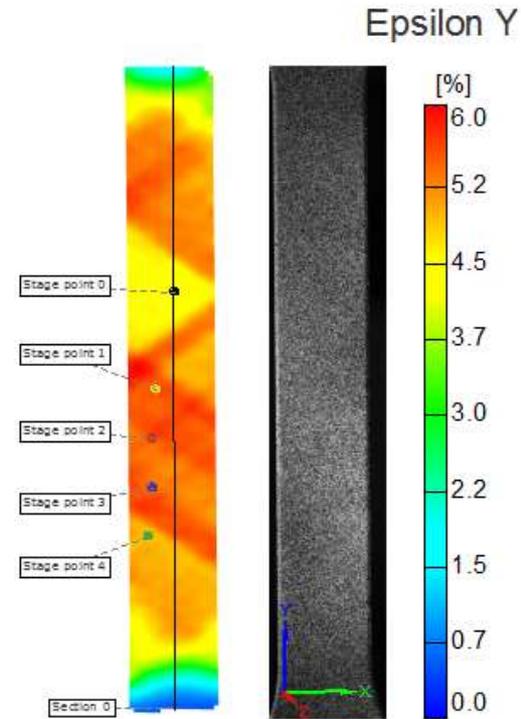
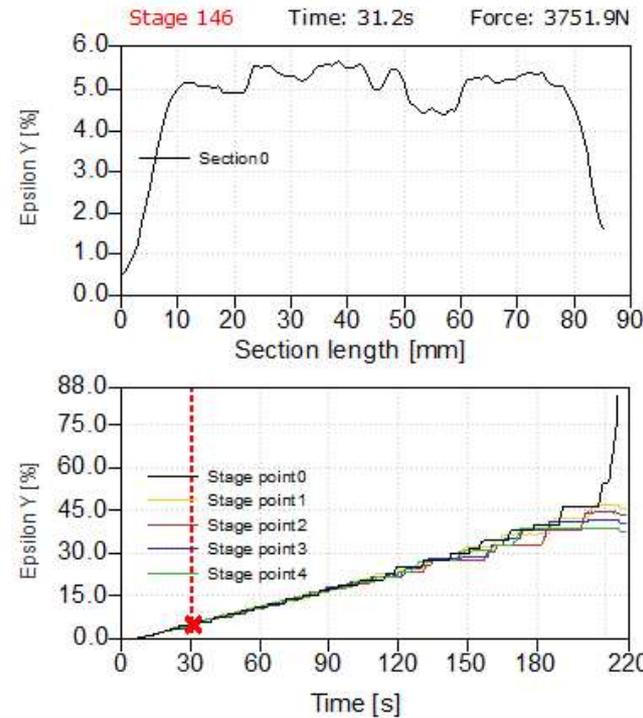
ARAMIS Zugversuch



ARAMIS Lokale Probeneffekte



- Fließfiguren z.B. bei Messing



ARAMIS

Gom mbH
Deformation

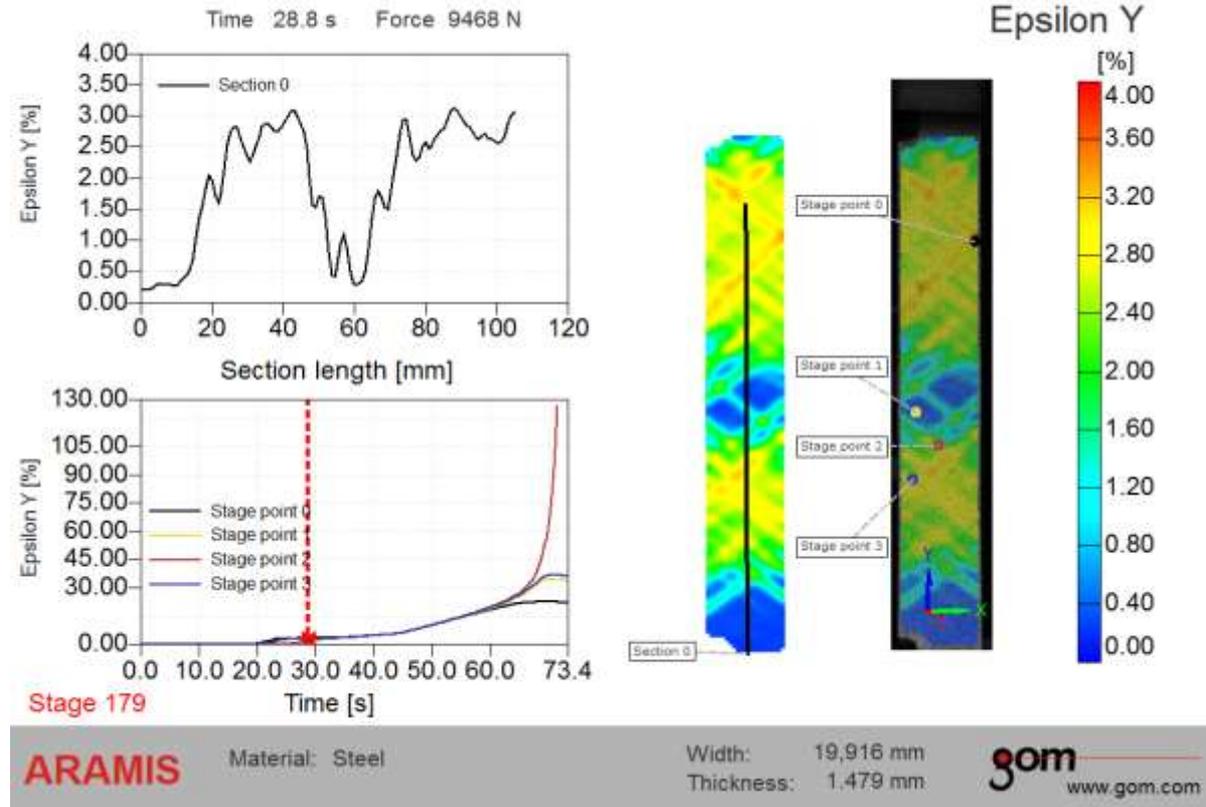
Tensile Test
Brass

gom
www.gom.com

ARAMIS Lokale Probeneffekte



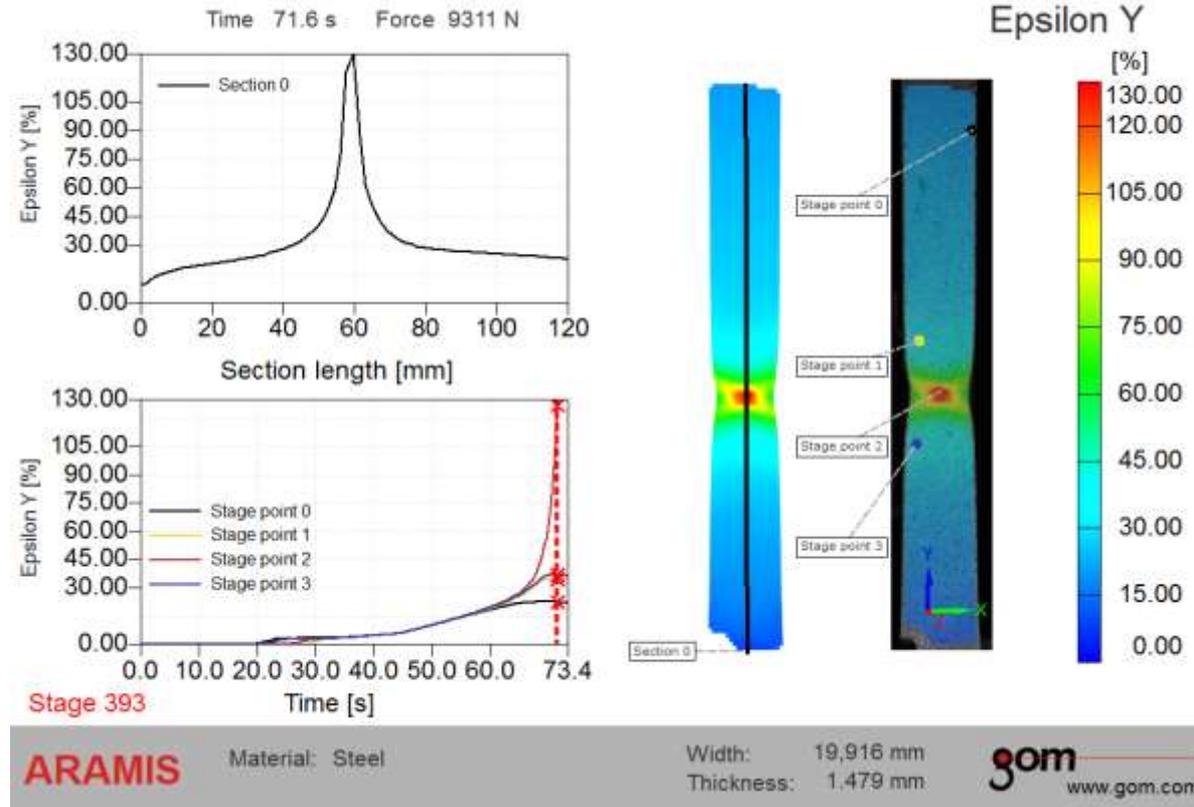
- Fließfiguren z.B. bei Messing
- Lüdersbänder bei Stahl mit ausgeprägter Streckgrenze



ARAMIS Lokale Probeneffekte



- Fließfiguren z.B. bei Messing
- Lüdersbänder bei Stahl mit ausgeprägter Streckgrenze
- Einschnürung und Bruchdehnung z.B. bei Stahl



Materialkennwerte aus Zugversuch



- Automatische Materialkennwertbestimmung wie z.B.:

- Spannungs – Dehnungskurve
 - global und lokal

- „E-Modul“

- Querkontraktionszahl

- R Wert

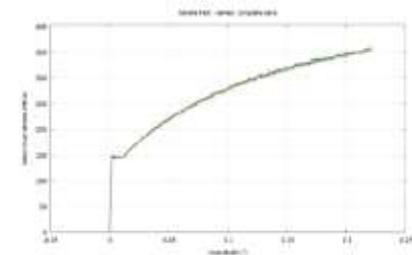
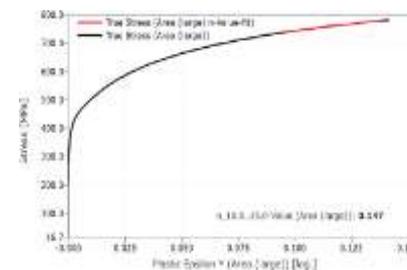
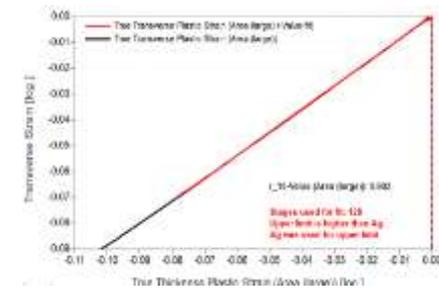
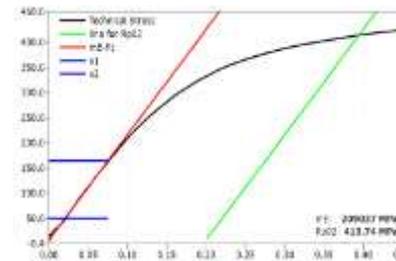
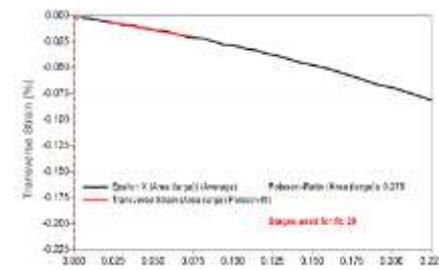
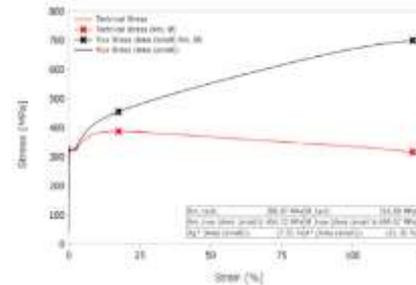
- N Wert

- Serienauswertung mit Statistik

- Scherkennwerte

- Scherspannung-Scherdehnung

- Schermodul



ARAMIS an Universalblechprüfmaschine

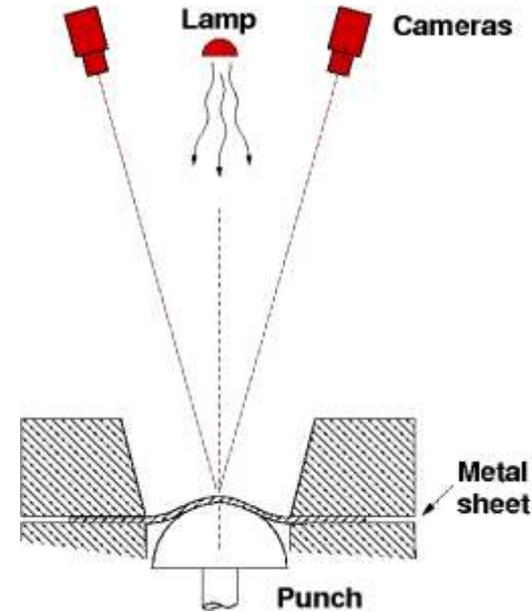
| | |
|----------------|-------------------|
| Nakajima Test | - FLC |
| Bulgetest | - Biax-Fließkurve |
| Lochaufweitung | - Kantenriss |
| Diabolotest | - Kantenriss |



ARAMIS Nakajima Test - FLC Bestimmung



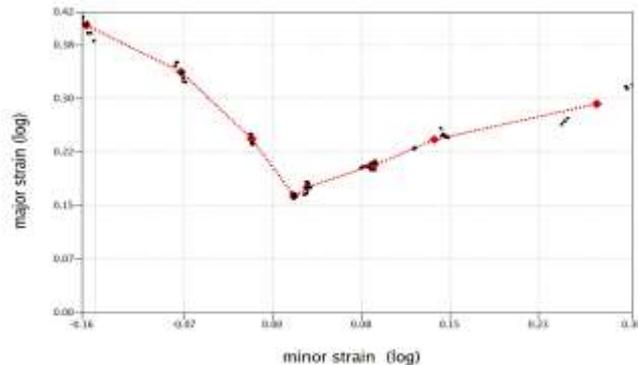
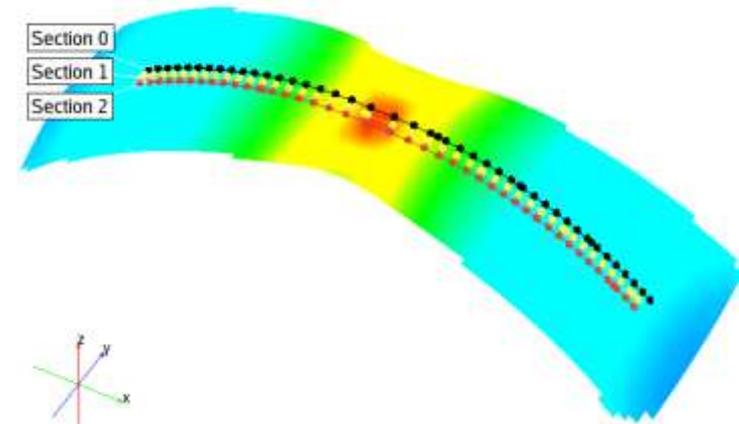
- Bestimmung von Grenzformänderungskurven (FLC)

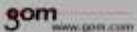


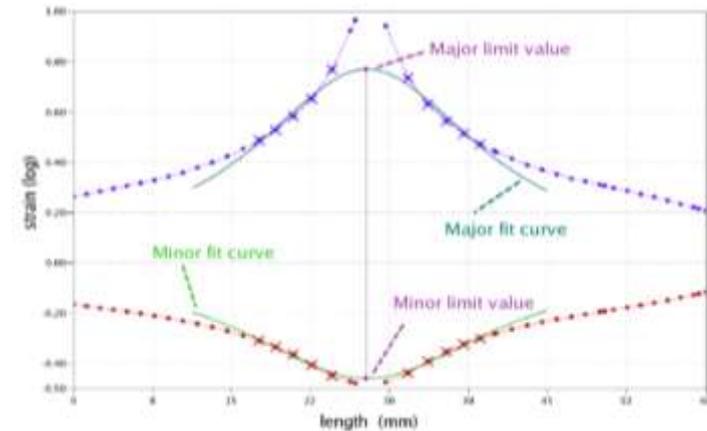
ARAMIS Nakajima Test - FLC Bestimmung



- Bestimmung von Grenzformänderungskurven (FLC)
- Schnittbasierte Auswertung nach ISO 12004
- Verschiede zeitbasierte Auswerteverfahren
BMW-Methode, LFT-Methode
ISO12004-Entwurf

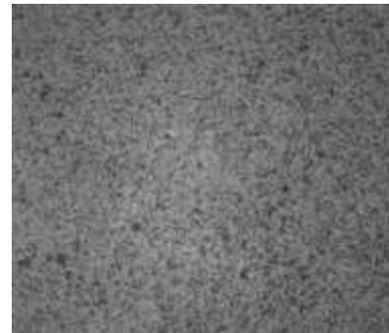
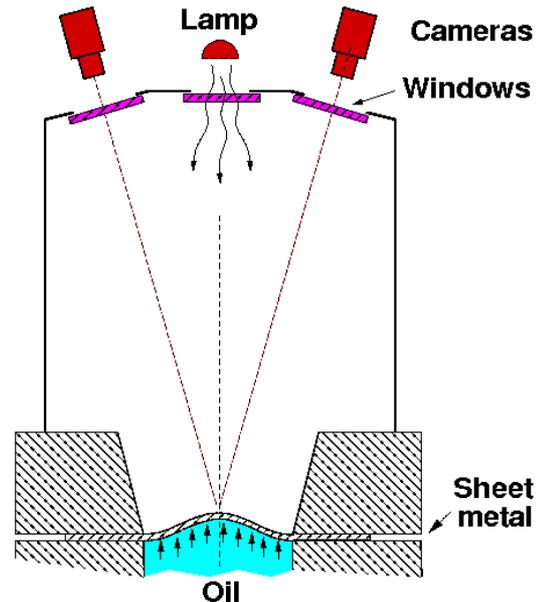
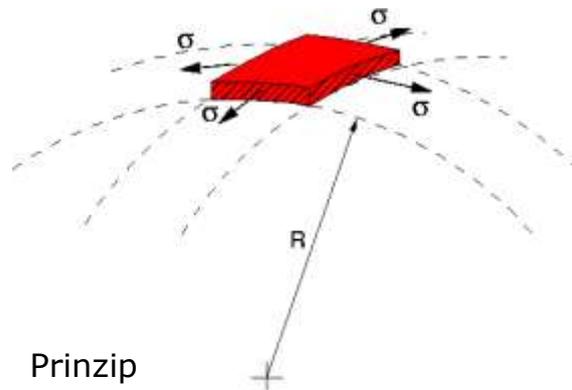


FLC Chart 



ARAMIS Bulgetest zur Fließkurvenbestimmung

- Bulge test
- Fließkurve als Funktion von:
 - Druck der Flüssigkeit
 - Krümmungsradius*
 - Aktuelle Dicke*
 - Vergleichsformänderung*
- (*: mit ARAMIS bestimmt)



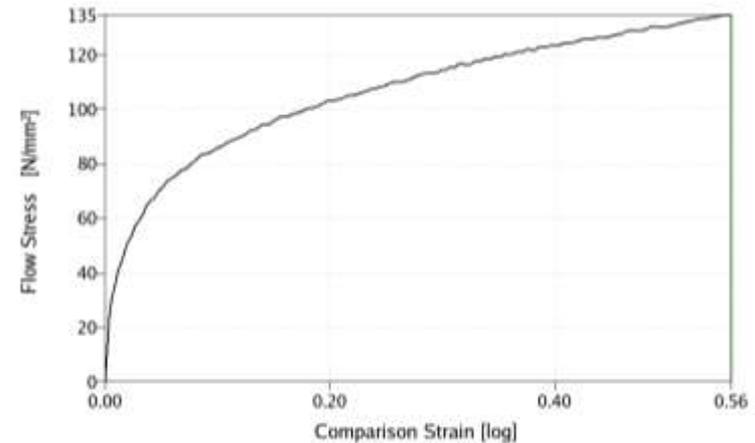
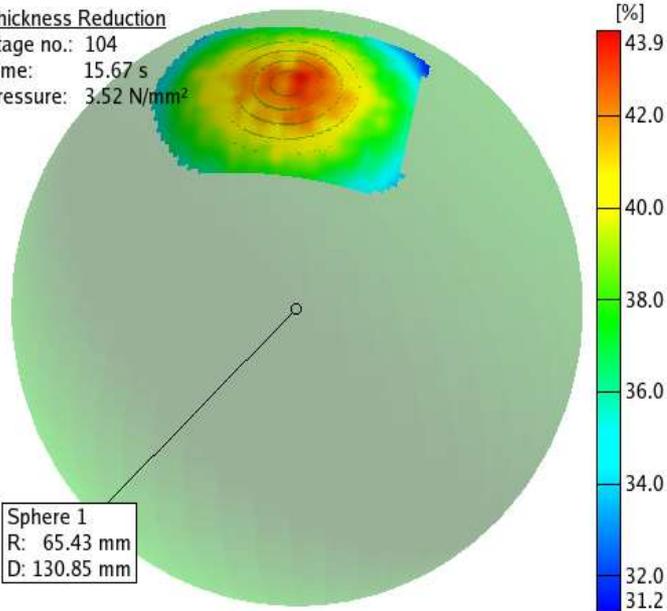
ARAMIS Bulgetest zur Fließkurvenbestimmung



ISO 16808 - Fließkurve aus dem Bulgetest:

- Radius Bestimmung auf Basis von 3D Koordinaten
- Automatischer Kugelfit
- Dickenbestimmung basiert auf aktueller Dickenabnahme und Ausgangsdicke (Anfangszustand)

Thickness Reduction
Stage no.: 104
Time: 15.67 s
Pressure: 3.52 N/mm²



ARAMIS

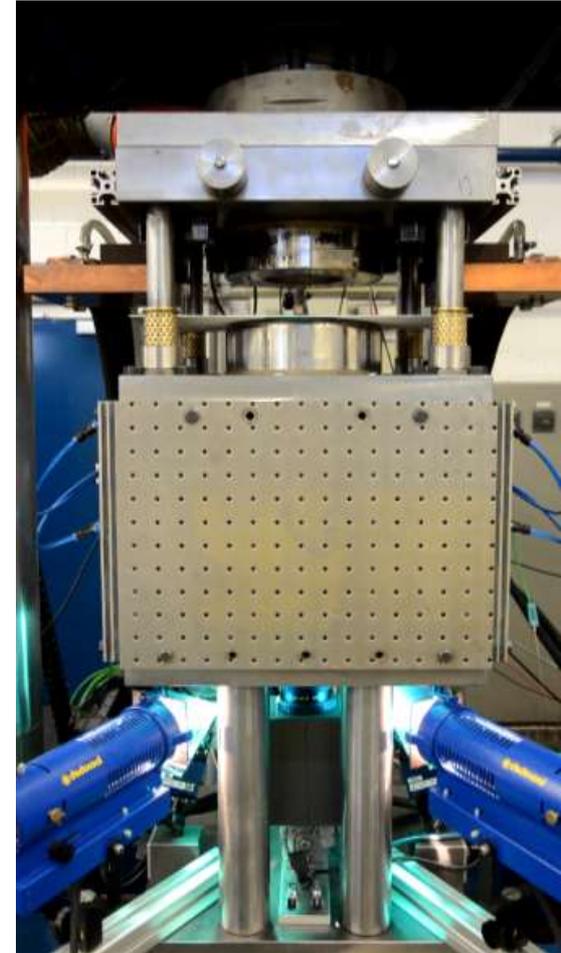
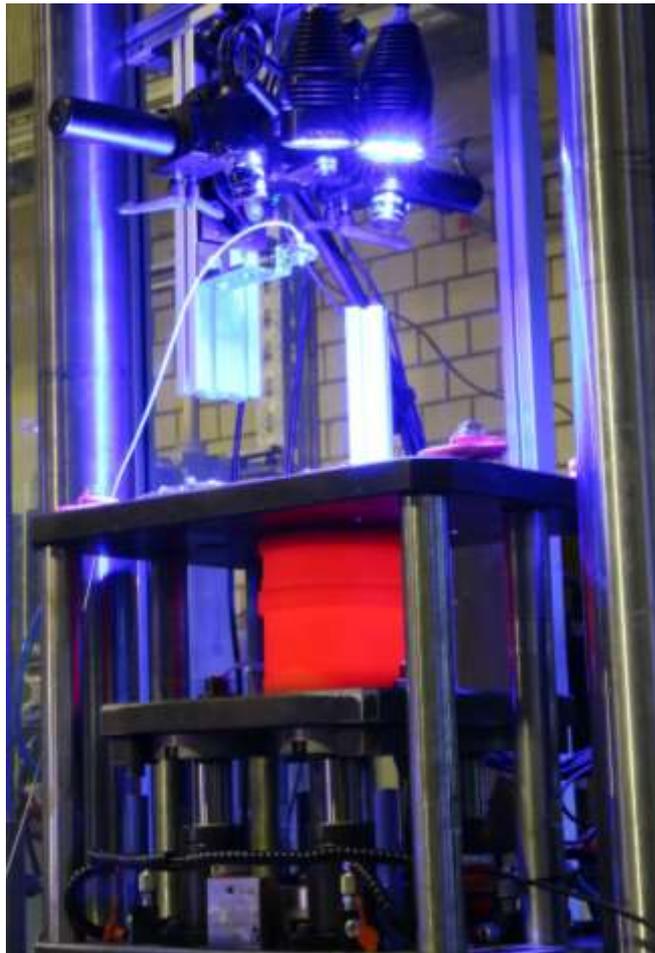
gom
www.gom.com

Ergebnis: Fließkurve

ARAMIS bei hohen Temperaturen



FLC und Fließkurve
für Pressgehärtet
Stähle



ARAMIS

High Speed Anwendungen



Deformation von Airbaggehäusen

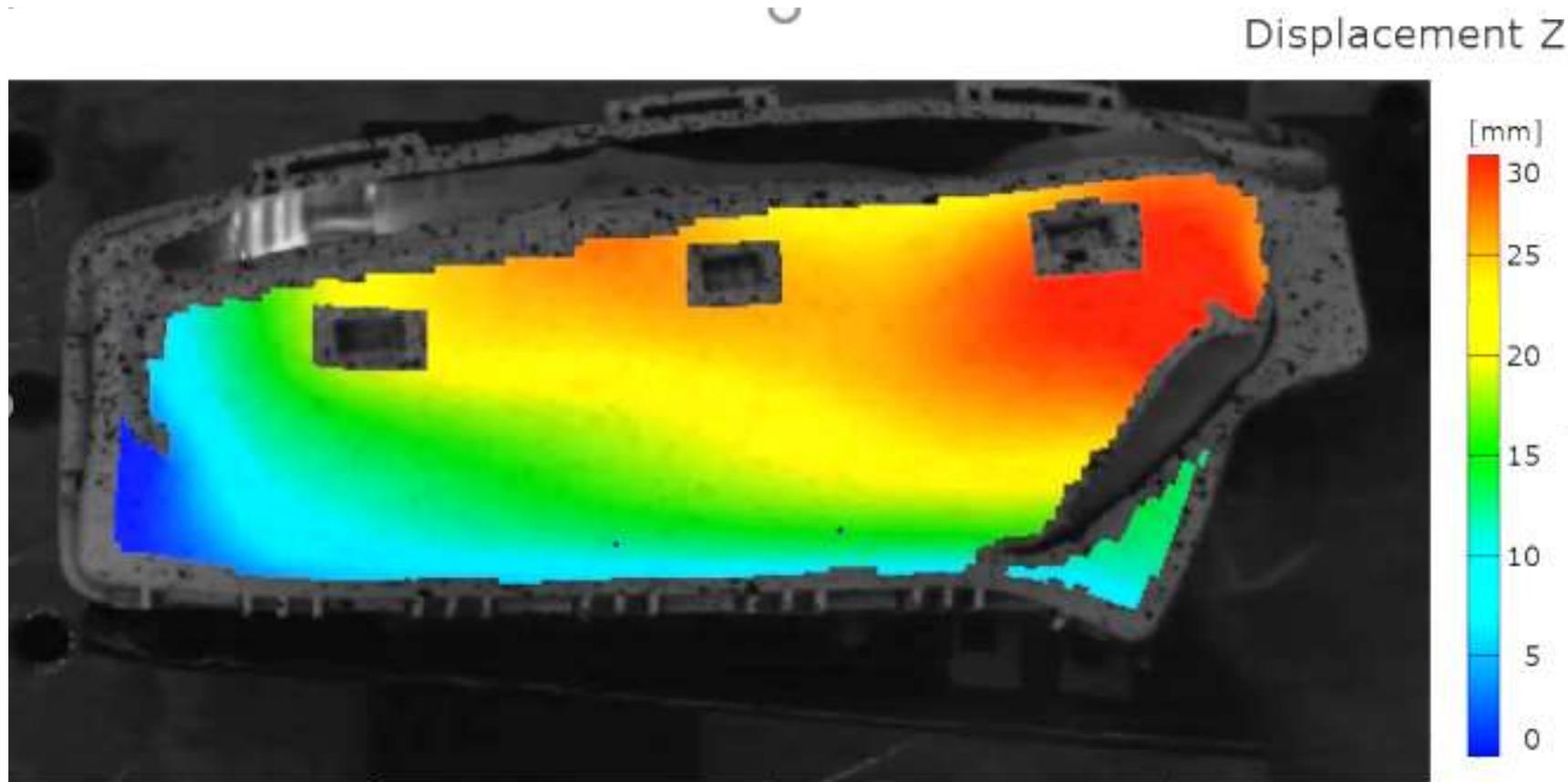
- Optische Highspeed Messungen helfen dabei, den Öffnungsprozess von Airbag und Airbaggehäuse zu verstehen
- 3D Messungen zur Verifikation von Simulationen



Deformation von Airbaggehäusen



Out of plane Verschiebung des Deckels vom Beifahrerairbag

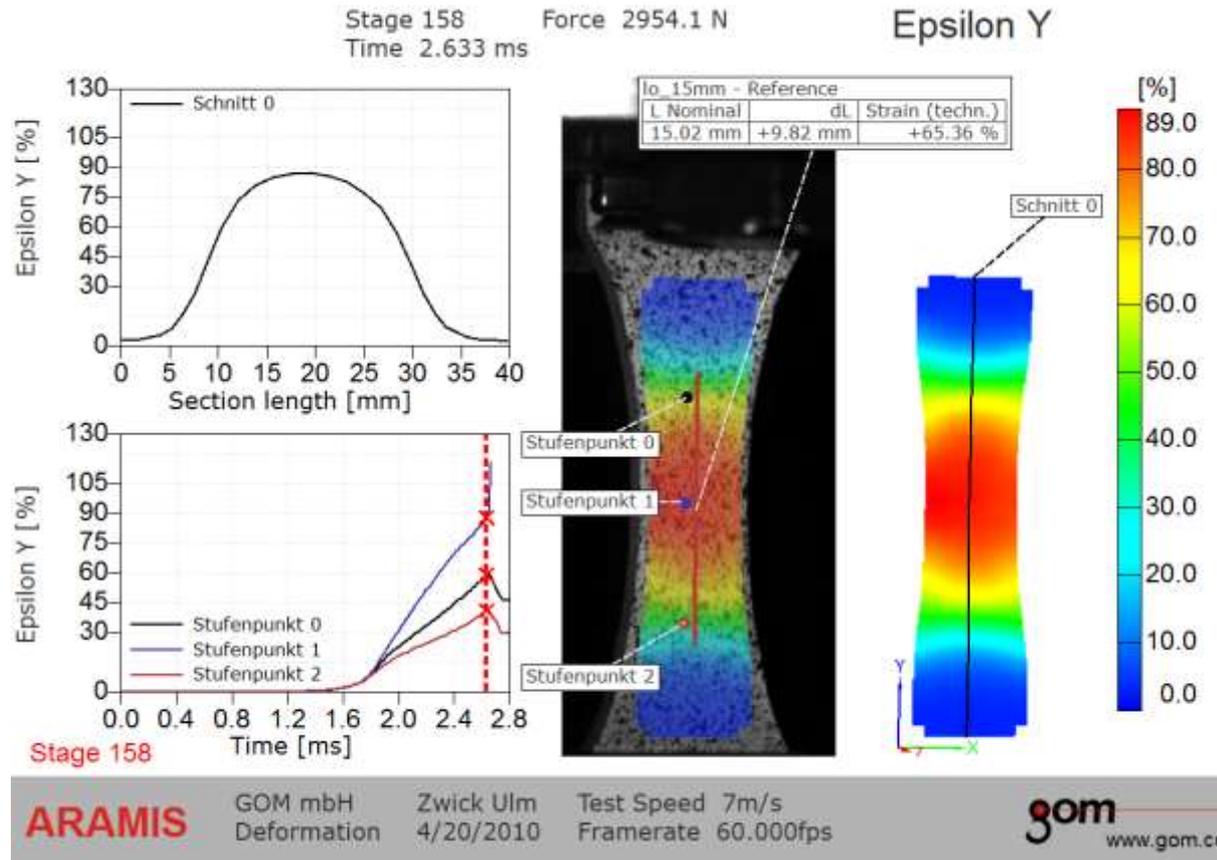


High Speed Zugversuch

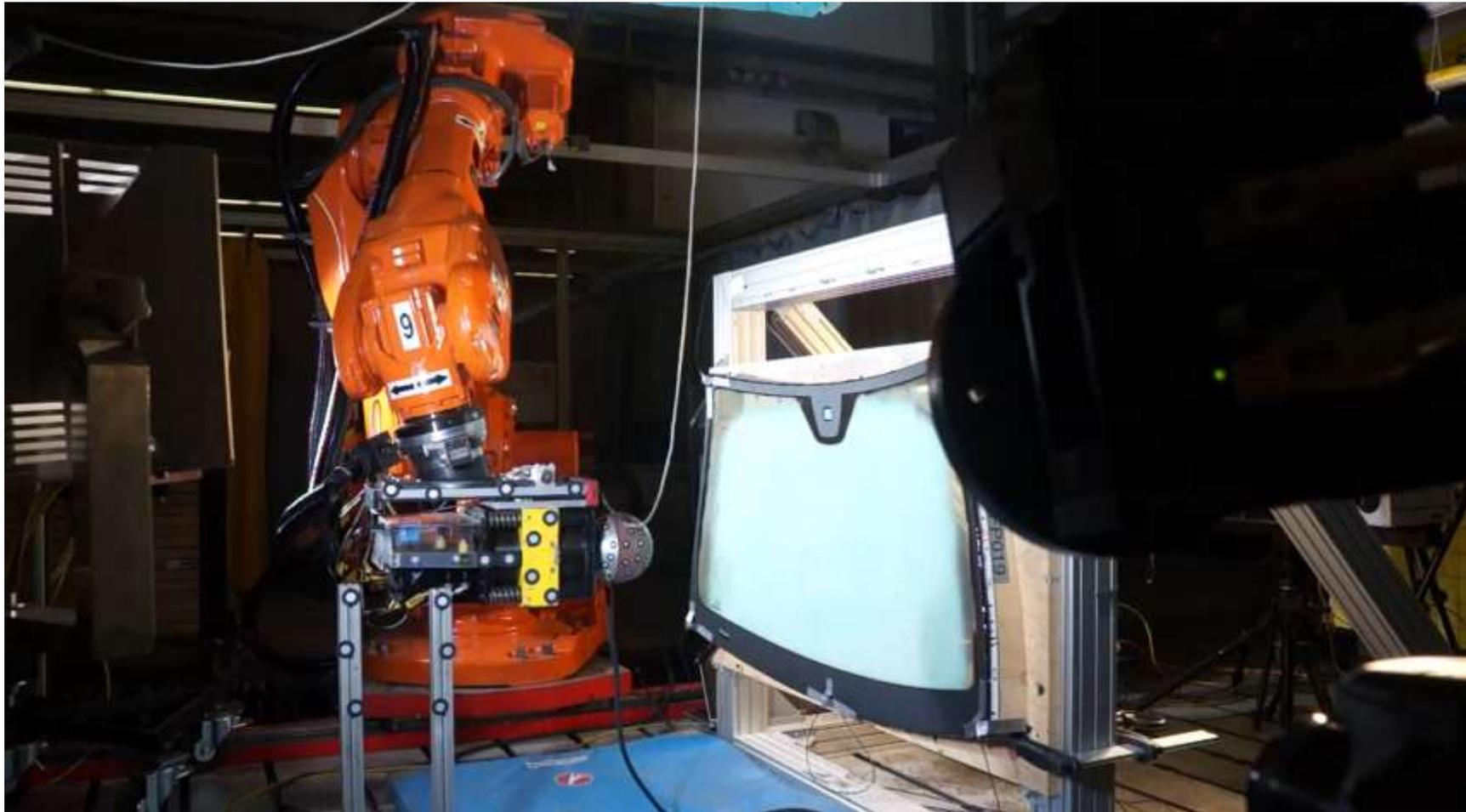


Dehnung

- Test speed:
10 m/s
- Bildrate:
60.000 Hz



Deformationsanalyse beim Kopfaufprall



Übersicht aller Messungen



Flächenvergleich nach Aufprall und Rückfederung- ATOS

Gesamtaufnahme für Ausrichtung – TRITOP

Einmessen des Auftreffpunktes mit Taster - PONTOS Live

Flächenbasierte Verformungsanalyse der Scheibe – ARAMIS

Punktbasierte Bewegungsanalyse des Impaktors - ARAMIS

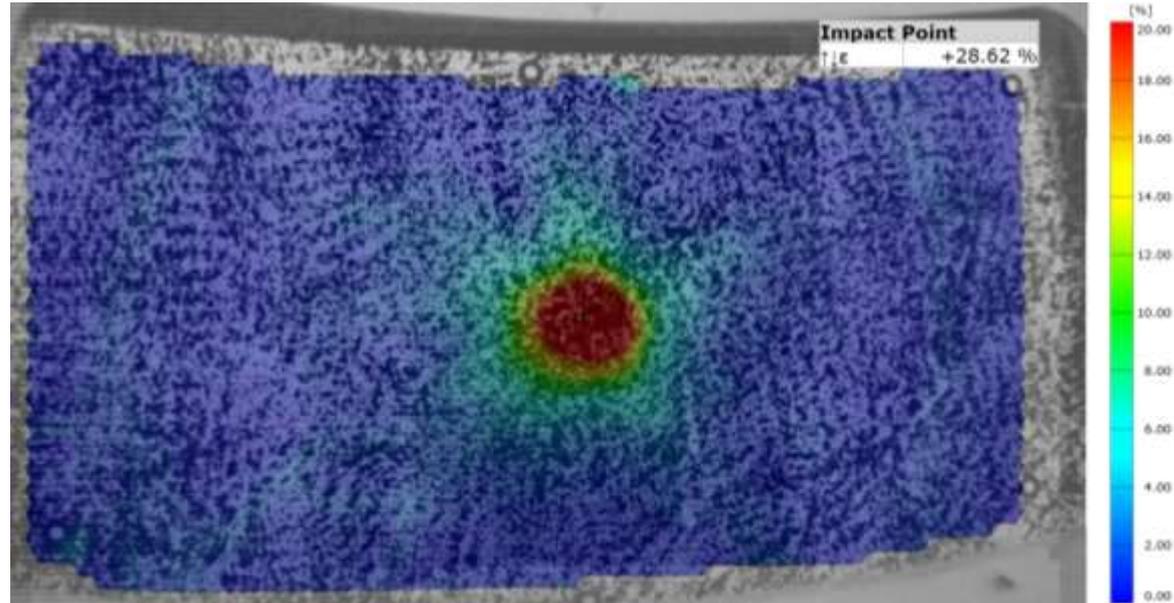


ARAMIS – Flächenbasierte Verformungsanalyse



Verschiebung im
Einschlagpunkt

Hauptformänderung im
Einschlagpunkt



ARAMIS – Flächenbasierte Verformungsanalyse

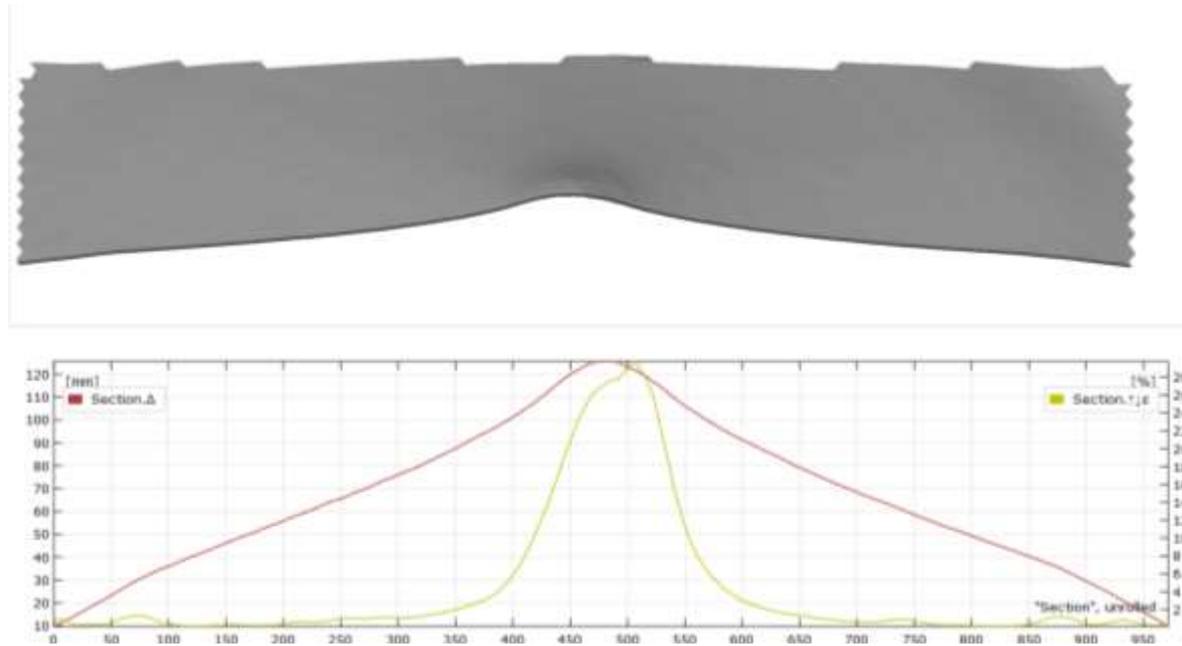


Verschiebung im
Einschlagpunkt

Hauptformänderung im
Einschlagpunkt

Vergleich von Verschiebung
und Hauptformänderung im
Einschlagpunkt

Vergleich von Verschiebung
und Hauptformänderung in
Schnittdarstellung



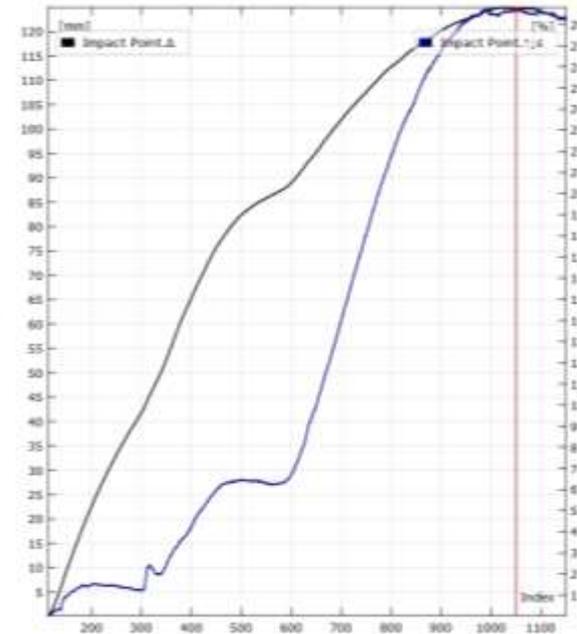
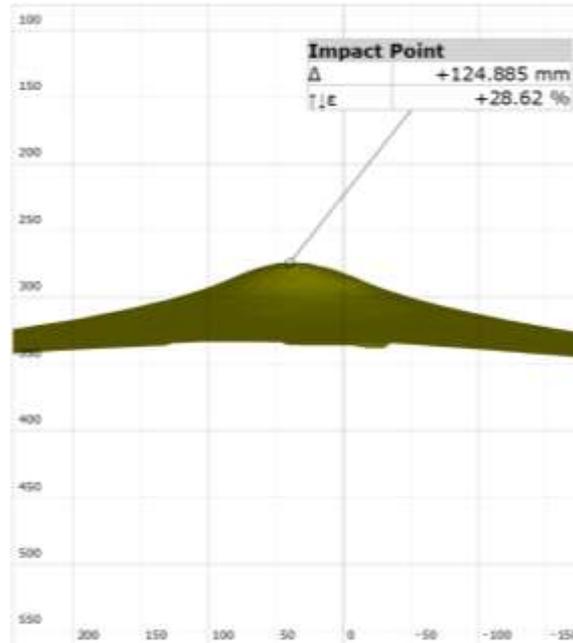
ARAMIS – Flächenbasierte Verformungsanalyse



Verschiebung im
Einschlagpunkt

Hauptformänderung im
Einschlagpunkt

Vergleich von Verschiebung
und Hauptformänderung im
Einschlagpunkt



ARAMIS

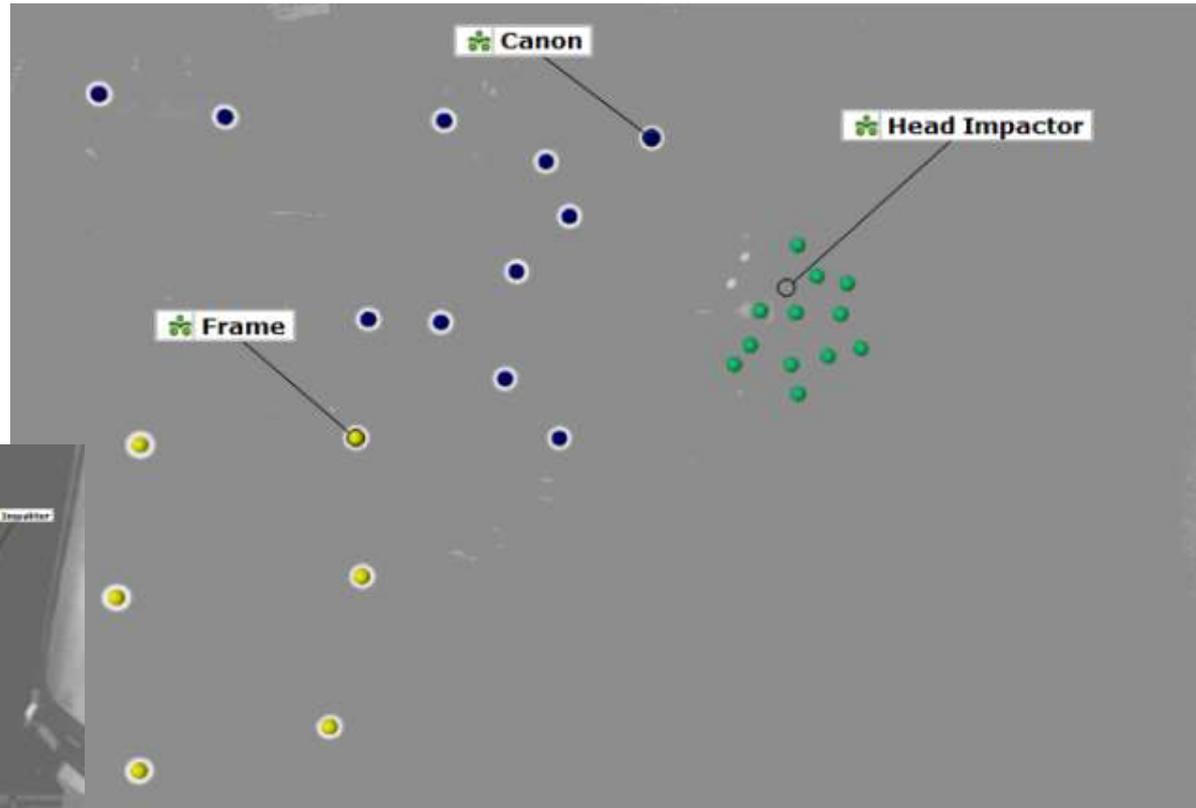
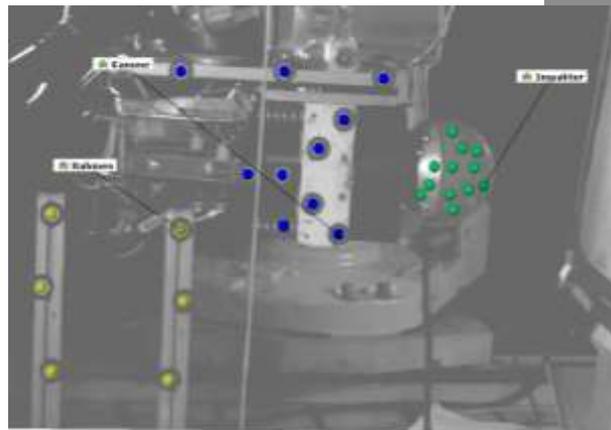
Punktbasierte 3D
Bewegungs- und
Beschleunigungsanalyse



ARAMIS – Punktbasierte Bewegungsanalyse



Definition der Komponenten
(Rahmen, Kanone und Impaktor)



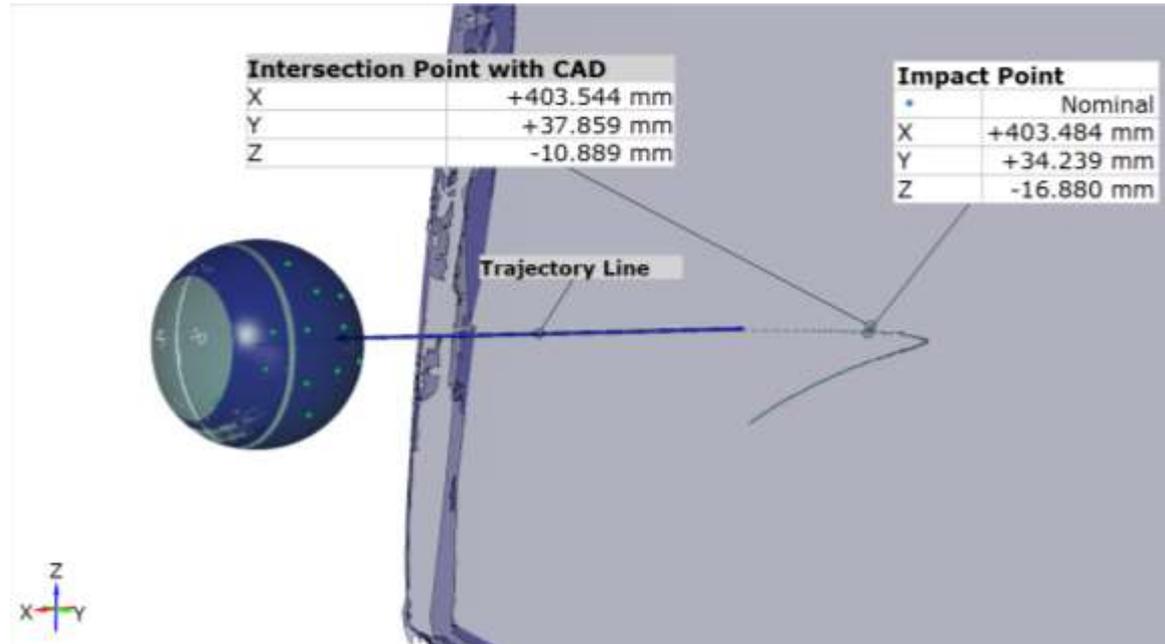
ARAMIS – Punktbasierte Bewegungsanalyse



Definition der Komponenten
(Rahmen, Kanone und Impaktor)

Bewegung der Komponenten
(Rahmen, Kanone und Impaktor)

Vergleich realer Auftreffpunkt
(Schnittpunkt Linie aus
Trajektorie mit CAD) gegenüber
Sollauftreffpunkt



ARAMIS – Punktbasierte Bewegungsanalyse

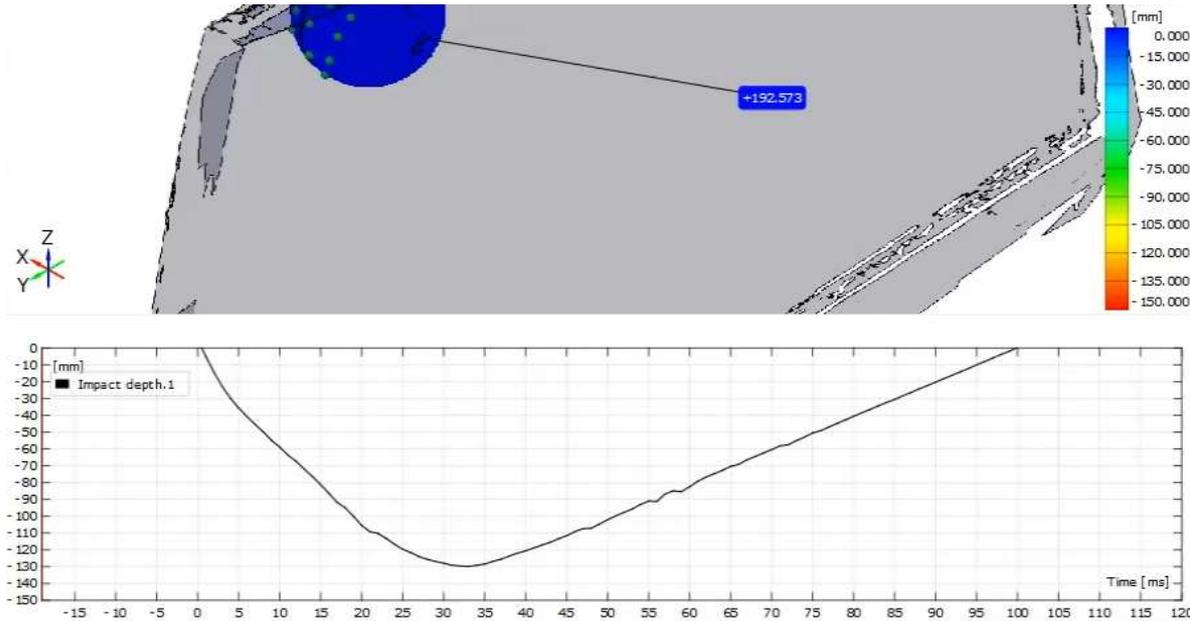


Definition der Komponenten
(Rahmen, Kanone und Impaktor)

Bewegung der Komponenten
(Rahmen, Kanone und Impaktor)

Vergleich realer Auftreffpunkt
(Schnittpunkt Linie aus
Trajektorie mit CAD) gegenüber
Sollauftreffpunkt

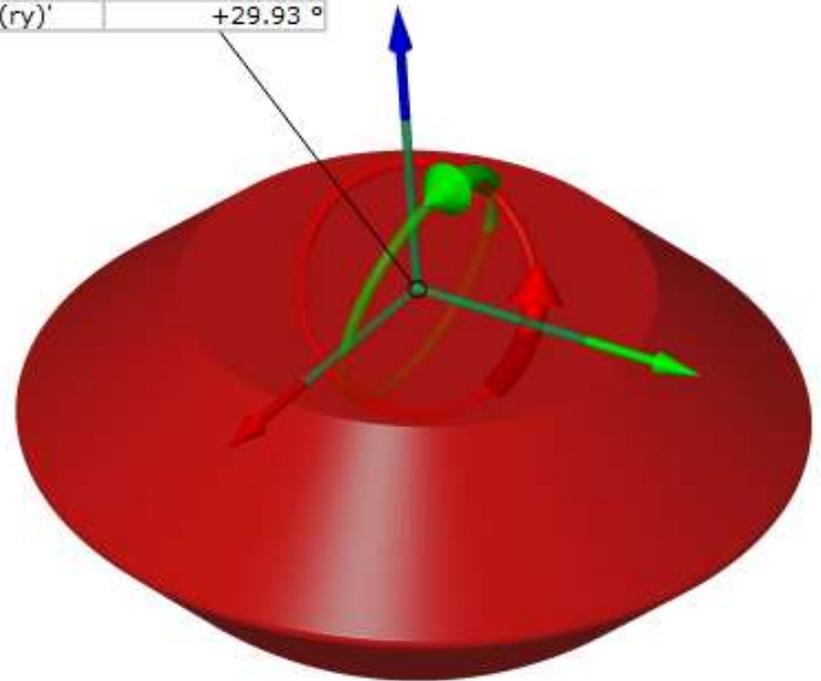
Eindringtiefe des Impaktors bei
Aufprall



Aerodynamik

Windkanalstudien an Rückkehrkapseln

| 6Dof - Capsule | |
|----------------|------------|
| $\Delta X'$ | -13.746 mm |
| $\Delta Y'$ | -1.955 mm |
| $\Delta Z'$ | -43.508 mm |
| $\Phi(rx)'$ | +14.11 ° |
| $\Theta(ry)'$ | +29.93 ° |



Aerodynamik



Aerodynamische
Untersuchungen von
Rückkehrkapseln
(für Gesteins- und
Staubproben)
am DLR in Köln

- Vertikaler Windkanal
- Freier Fall vor Landung
- Stereokamerasystem

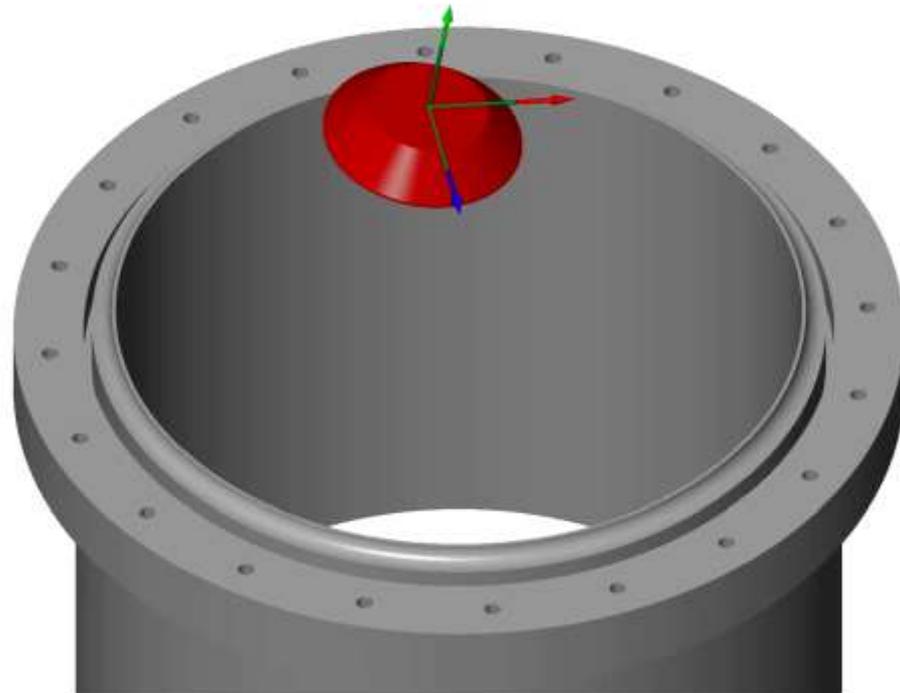


Source: DLR (AS-HYP) Cologne

Aerodynamik

Behälter schützt die Proben vor extremer Hitze bei Wiedereintritt in die Atmosphäre

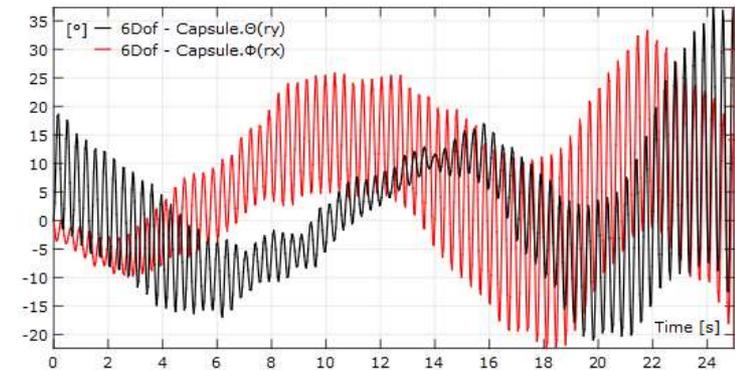
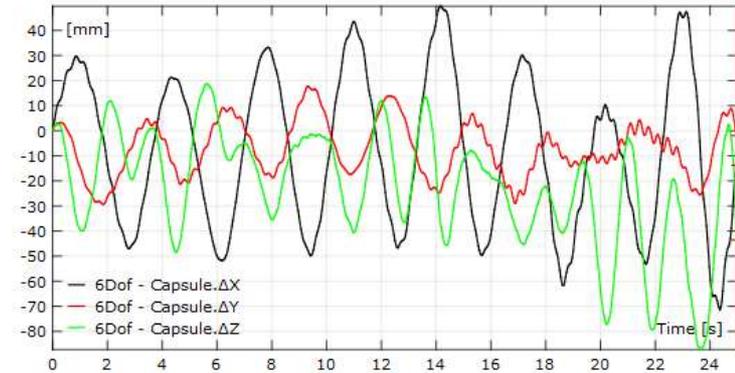
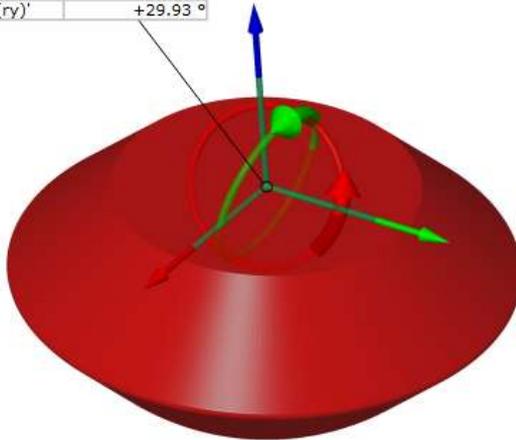
Kapsel darf nicht mit der Oberseite zuerst aufkommen und muss einen bestimmten Winkel einhalten



Bewegung der Kapsel im 3D-Raum

6DOF-Analyse

| 6Dof - Capsule | |
|----------------|------------|
| $\Delta X'$ | -13.746 mm |
| $\Delta Y'$ | -1.955 mm |
| $\Delta Z'$ | -43.508 mm |
| $\Phi(rx)'$ | +14.11 ° |
| $\Theta(ry)'$ | +29.93 ° |



Strukturtests und Ermüdungsversuche

A350 Winglet Bending Test



Strukturtests und Ermüdungsversuche

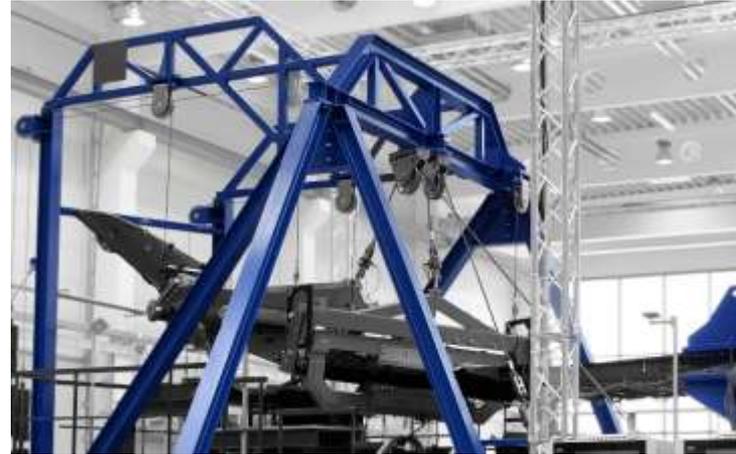


A350 Winglet Bending Test

- Belastungs- bzw. Ermüdungstest am Airbus A350 Winglet bei FACC (CoLT)
- Winglet: 8m x 3m x 2m (LxBxH)
- Testrig: 14m x 10m x 8m (LxBxH)

Messtechnik

- 2x GOM ARAMIS 3D-Sensor
- Dynamische 3D-Verschiebungsmessung in X-, Y- und Z-Richtung an ca. 220 Punkten
- Vollständige Integration der berührungslos messenden GOM 3D-Sensoren in den Testaufbau



Images and results by courtesy of FACC (CoLT)

Strukturtests und Ermüdungsversuche

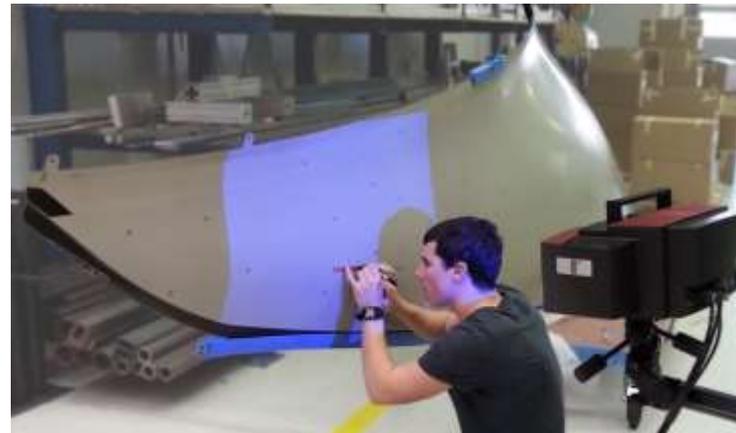


A350 Winglet Bending Test

- Belastungs- bzw. Ermüdungstest am Airbus A350 Winglet bei FACC (CoLT)

Ziel

- Simulationsabgleich an 200 3D Messpunkten
- Ersatz der mechanischen Wegaufnahme durch 2 optische GOM ARAMIS 3D-Sensoren
- Einfache und zeitsparende Markierung von DMS Positionen
- Rückprojektion auf reale gekrümmte Bauteiloberfläche mittels GOM 3D-Sensor



Images and results by courtesy of FACC (CoLT)

Strukturtests und Ermüdungsversuche

A350 Winglet Bending Test

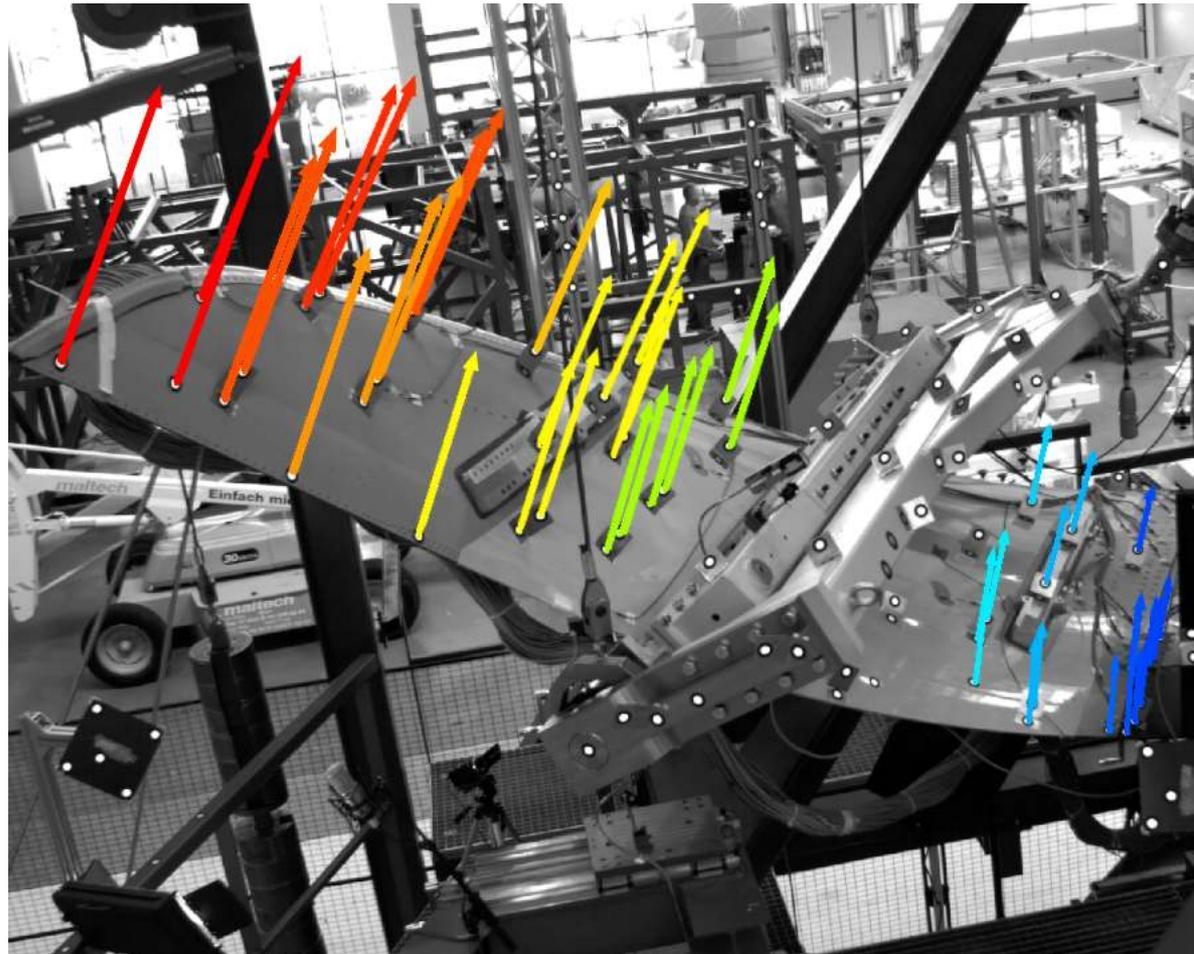
- Belastungs- bzw. Ermüdungstest am Airbus A350 Winglet bei FACC (CoLT)

Ergebnis

- 3D-Verschiebungen und Verformungen, Geschwindigkeit und Beschleunigung
- Vollständige 6DoF-Analysen

Live Datenübertragung

- 3D-Verschiebungen an ca. 200 Messstellen
- via SCPI Protokoll über Ethernet Verbindung



Images and results by courtesy of FACC (CoLT)

Datenübergabe via SCPI



DAQ oder Prüfstand Software:



Live Ergebnisse & Datentransfer

Digitale Ethernet Schnittstelle
SCPI Protokoll

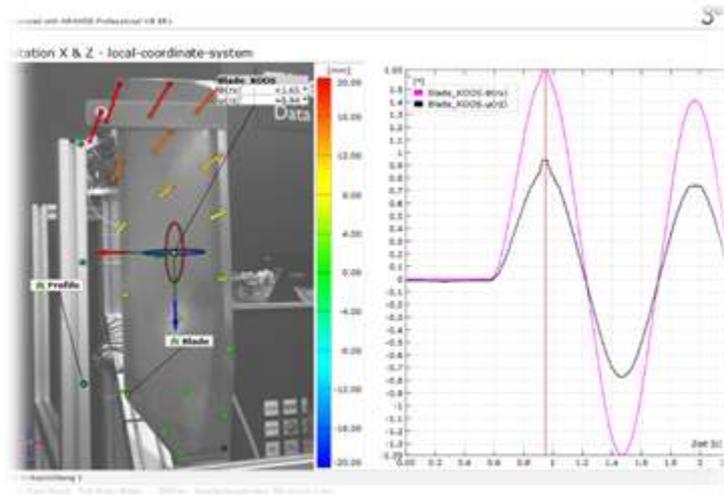


SCPI - Standardbefehle für programmierbare Instrumente

Datenübergabe via SCPI - Software

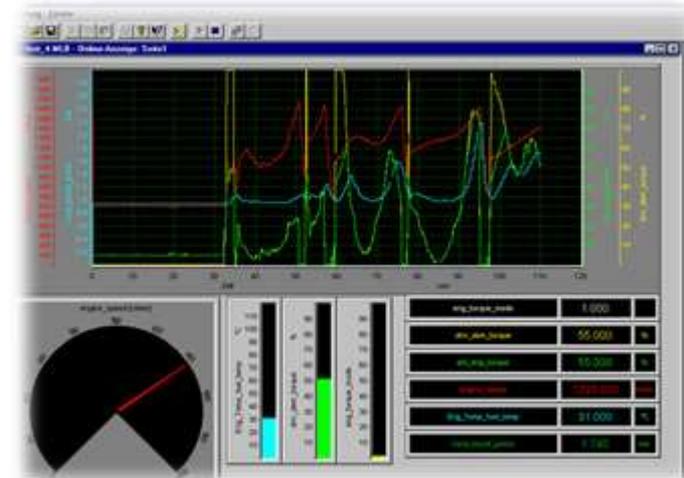


DAQ oder Prüfstand Software:



Live Ergebnisse & Datentransfer

Digitale Ethernet Schnittstelle
SCPI Protokoll



GOM – Präzise industrielle 3D-Messtechnik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

info@gom.com
www.gom.com