

**Effiziente Messdatengenerierung  
durch moderne optische 3D  
Digitalisierungssysteme**

**3. Dresdner  
Probabilistik-Workshop**

7-8. Oktober 2010



# GOM - Gesellschaft für Optische Messtechnik

## Firmenstruktur

- Entwicklung, Produktion und Vertrieb optischer 3D-Messsysteme
- Gegründet 1990 in Braunschweig
- Privater Besitz
- Know How:
  - Digitale Bildverarbeitung
  - 3D-Koordinatenmesstechnik
  - Material- und Komponententests
- Weltweites Verkaufs- und Supportnetzwerk
  - 7 GOM Niederlassungen in Europa mit Hauptsitz in Braunschweig (Deutschland)
  - 30 Distributoren
- GOM heute:
  - über 170 Mitarbeiter
  - über 3000 Installationen



# GOM - Gesellschaft für Optische Messtechnik

## Produktübersicht



ATOS  
3D-Digitalisierung



TRITOP  
Photogrammetriesystem



TRITOP Deformation  
Vektorielle  
Deformationsanalyse



ARGUS  
Deformationsanalyse im  
Blechumformungsprozess



ARAMIS  
Deformationsanalyse



PONTOS  
Dynamisches  
Photogrammetriesystem

## Optischer 3D-Digitalisierer



## Stereo Kamerasystem

Streifenprojektion

Referenzpunktmethode

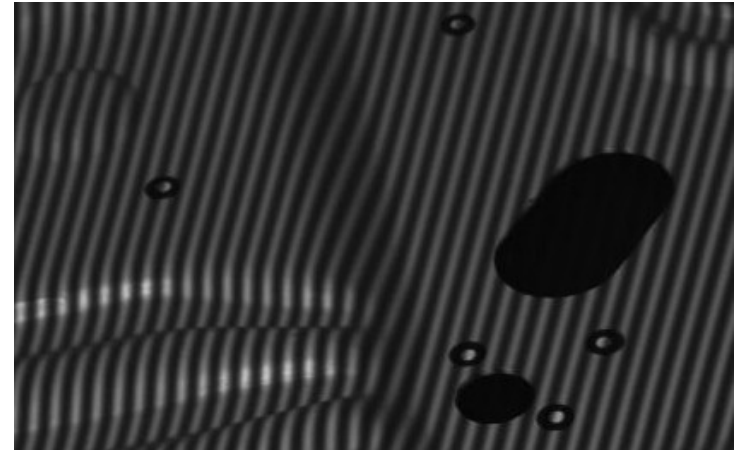


Stereo Kamera Technik

## Optische Digitalisierung

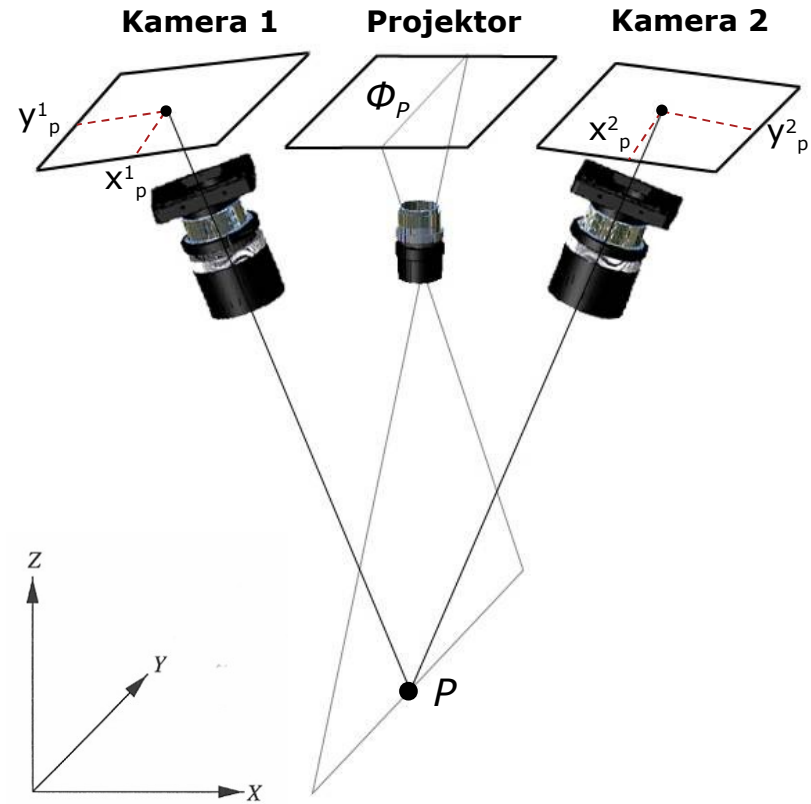
### Streifenprojektion - Phasenshift

- Projektion von Streifenmustern:
  - ➔ Flächige Messung
- Heterodyner Phasenshift Projektion:
  - ➔ Mehrfache Phasenshift-Projektion
  - ➔ Sehr geringes Messrauschen
  - ➔ Erzielt höchste Genauigkeiten in Sub-pixel-Bereich.



## Vorteile der Stereo Kamera Technik ATOS Triple Scan

- 2 Kameras / 1 Projektor
  - Stabile Triangulationsbasis zwischen zwei Kameras
  - Konfiguration der Gleichungen zur Koordinatenberechnung ist überbestimmt (3 Koordinaten  $P_x, P_y, P_z$  bei 4 Beobachtungen  $x_p^1, y_p^1, x_p^2, y_p^2$ )
  - Kalibrierzustand ist immer bekannt
  - Permanentes Verfolgen des Sensorstatus
  - Online-Informationen zu Sensorbewegung
  - Garantie für Prozesssicherheit
- Optional kann der Projektor zur Triangulation verwendet werden
  - quasi 3 Sensoren gleichzeitig für große Vollständigkeit der Messungen
  - Digitalisierung von schwer zugänglichen Bereichen (z.B. tiefen Taschen)

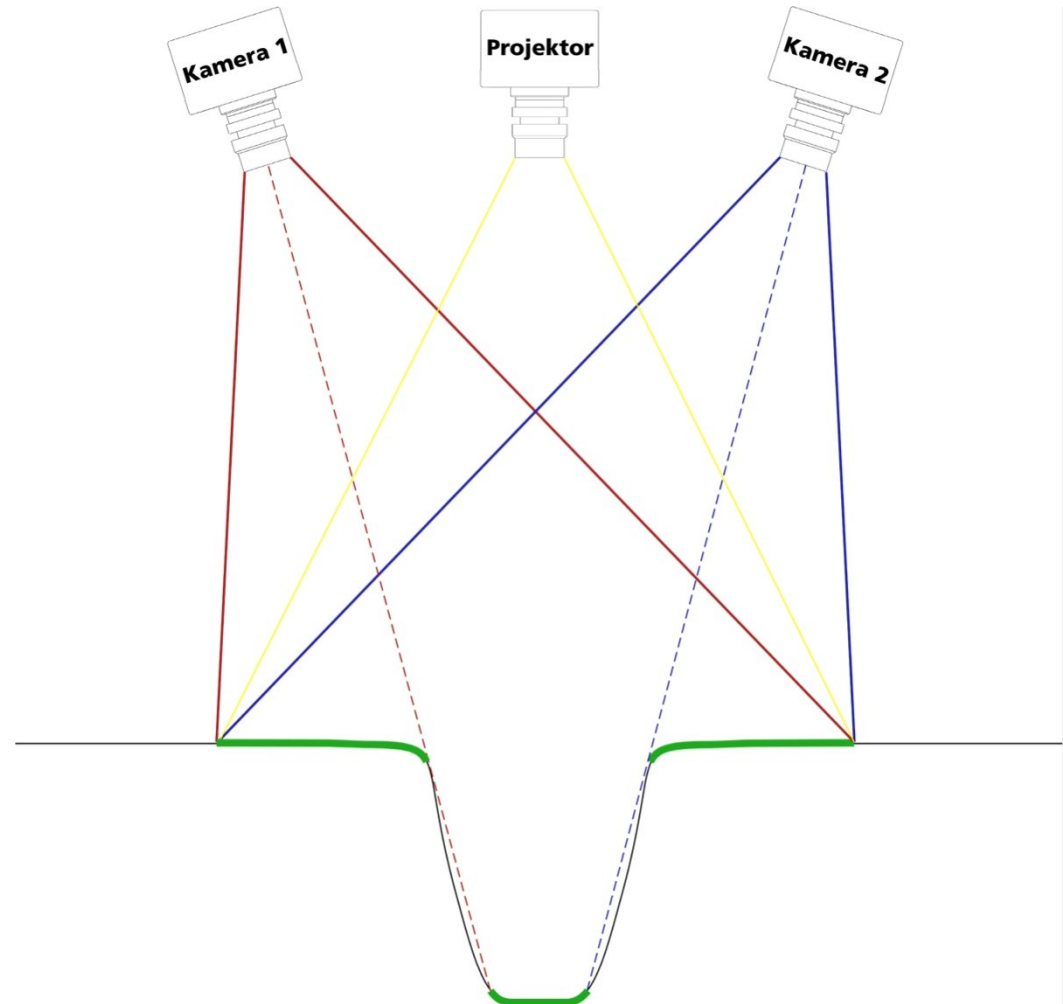




## Vorteile der Stereo Kamera Technik

### ATOS Triple Scan

- Die grünen Bereiche zeigen die von beiden Kameras erfassbare Oberfläche

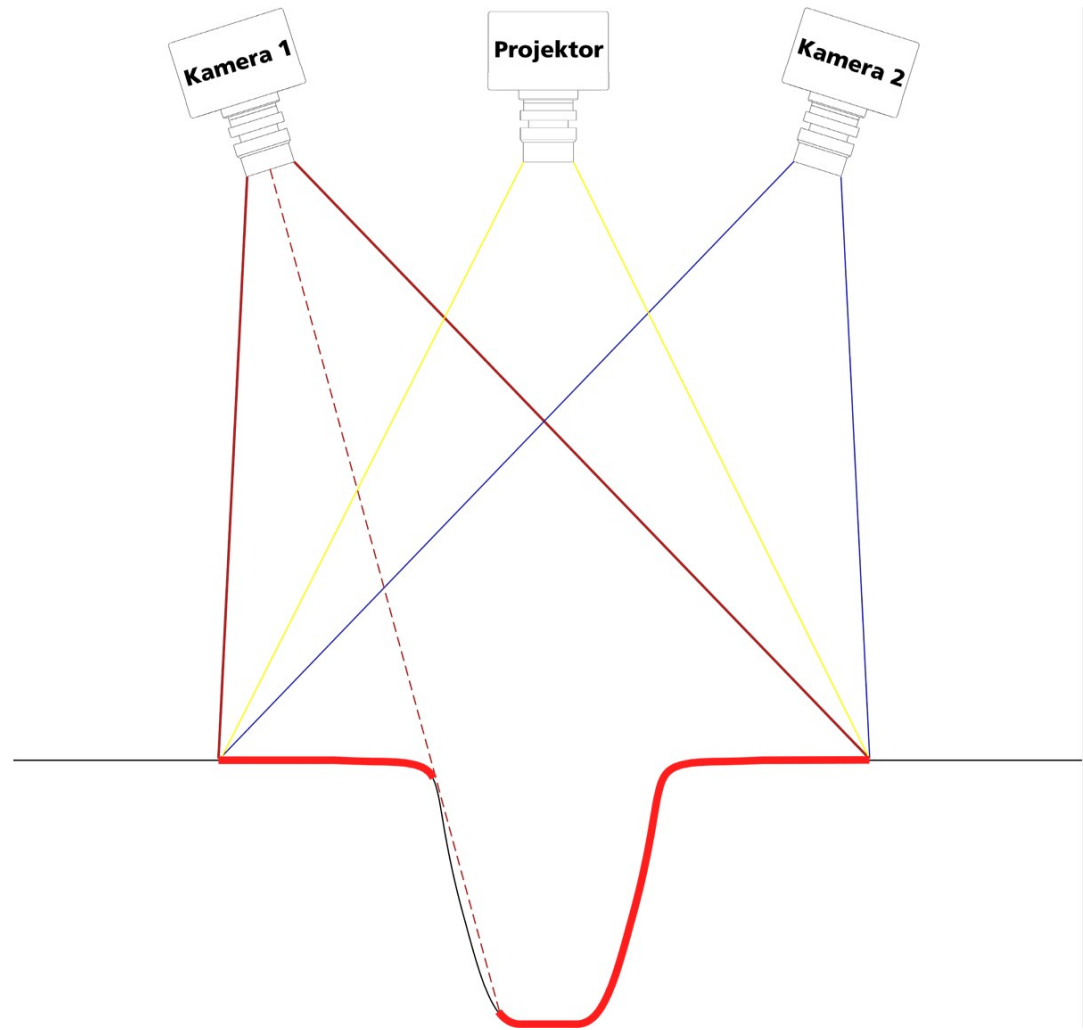




## Vorteile der Stereo Kamera Technik

### ATOS Triple Scan

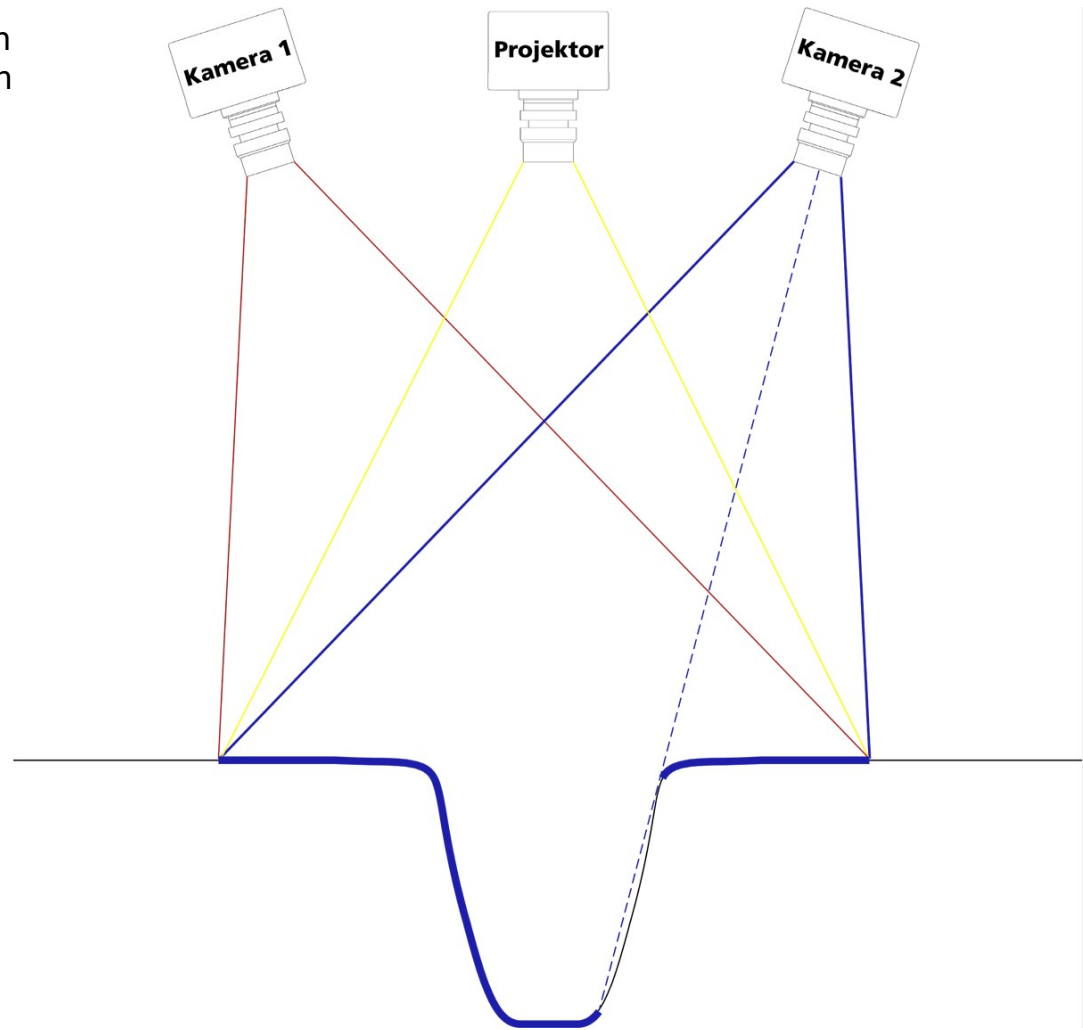
- Die roten Bereiche zeigen die von Kamera 1 und dem Projektor erfassbare Oberfläche



## Vorteile der Stereo Kamera Technik

### ATOS Triple Scan

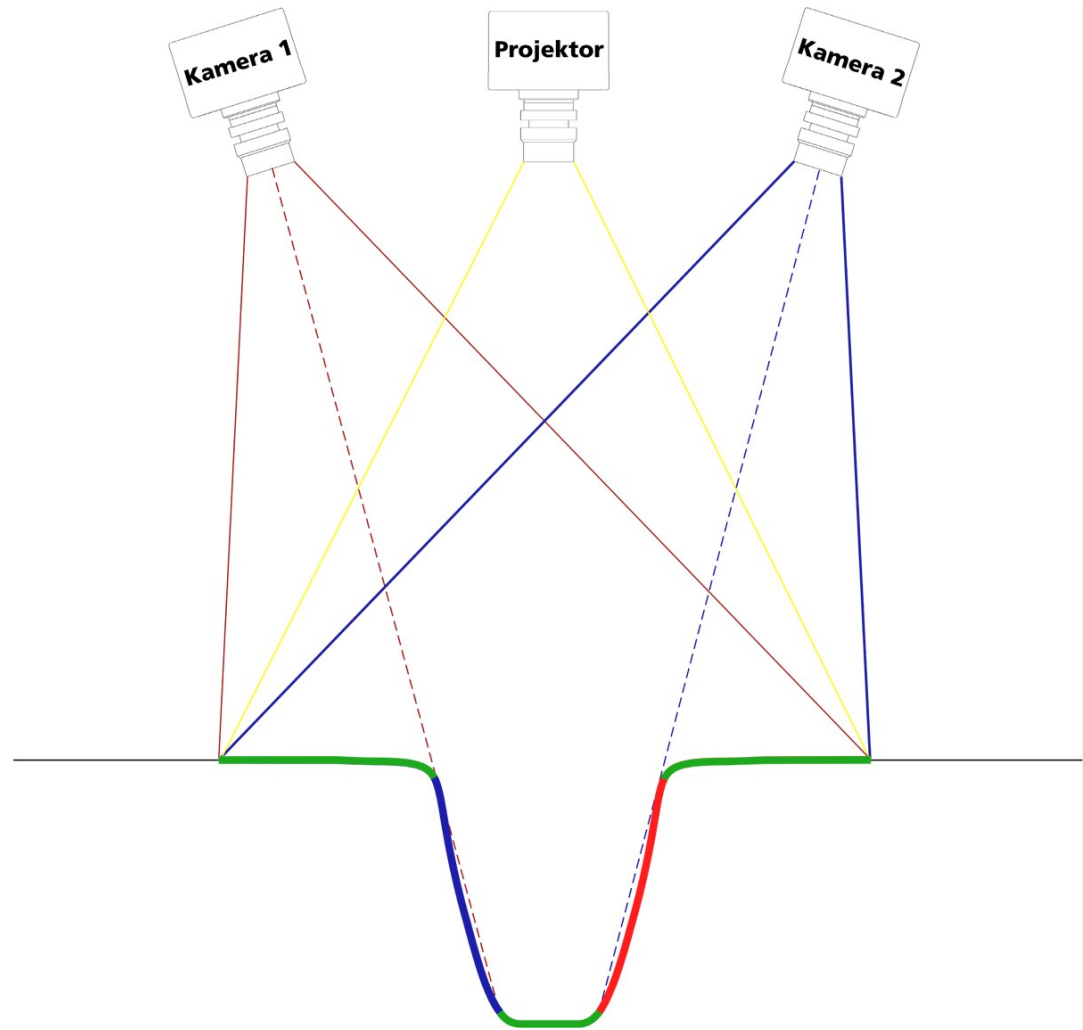
- Die blauen Bereiche zeigen die von Kamera 2 und dem Projektor erfassbare Oberfläche



## Vorteile der Stereo Kamera Technik

### ATOS Triple Scan

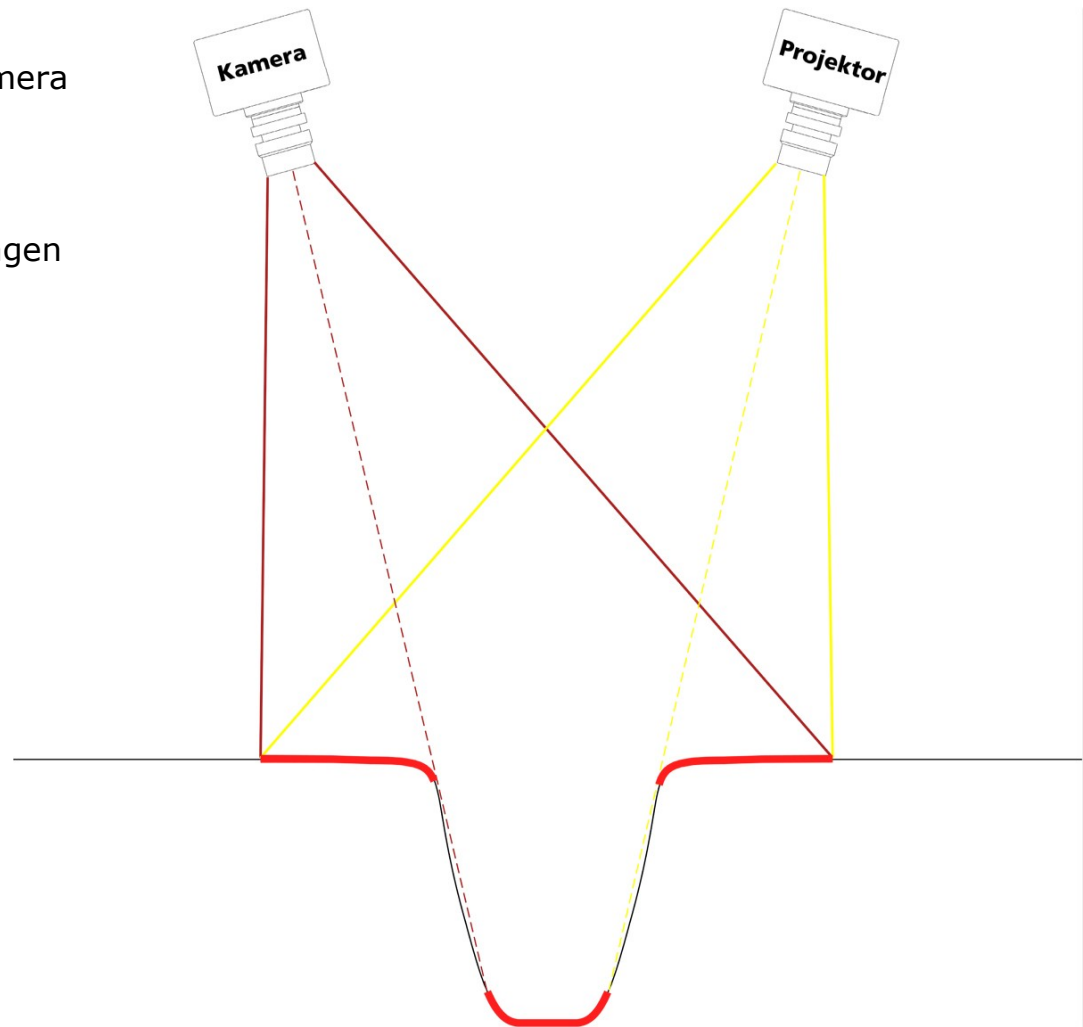
- Ergebnis: Die Struktur kann in **einer Ansicht** erfasst werden, da die entsprechenden Bereiche automatisch kombiniert werden.
- Es werden also weniger Ansichten für ein komplexes Bauteil benötigt.



## Vorteile der Stereo Kamera Technik

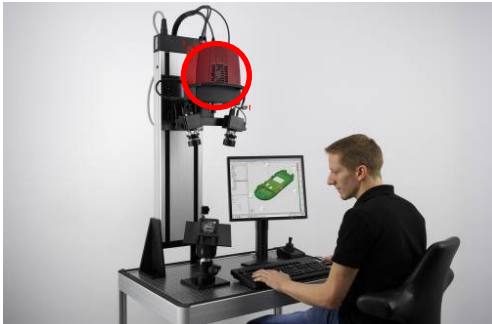
### Ein-Kamera-Prinzip zum Vergleich

- Zum Vergleich: Die roten Bereiche zeigen die mit Kamera und Projektor erfassbare Bereiche.
- Es werden weitere Messungen benötigt.



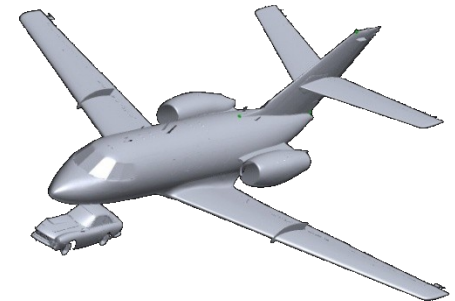
## Optische 3D-Koordinatenmessmaschine

Flexibler Sensor: von klein bis groß – stationär und mobil



**Klein  
Stationär**

**Stecknadel -> Flugzeug  
Büro -> Produktion**



**Groß  
Mobil**

# Optische 3D-Koordinatenmessmaschine

## Lösung: Voll-automatische 3D-Digitalisierung



### Multi-Achs Verfahrenseinheit

- Inspektion komplexer Kleinteile <400 mm<sup>2</sup>
- 6 freibewegliche, automatisierte Achsen
- Hohe Auflösung und Genauigkeit



### Robotermesszelle

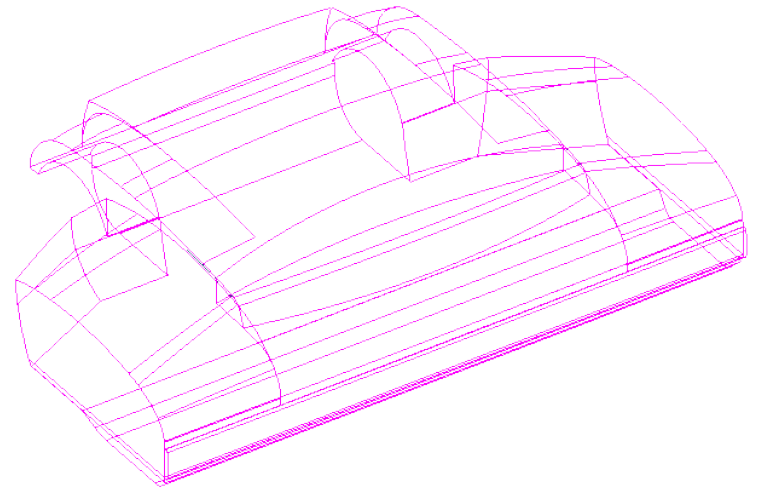
- Ansteuerung direkt aus der ATOS-Software
- Steuerung mehrerer Geräte (Drehtisch,...)
- Offline Programmierung, Kollisionskontrolle

Mehr  
Produktivität

Bessere  
Wiederholbarkeit

Mehr  
Durchsatz

## Daten für Reverse Engineering

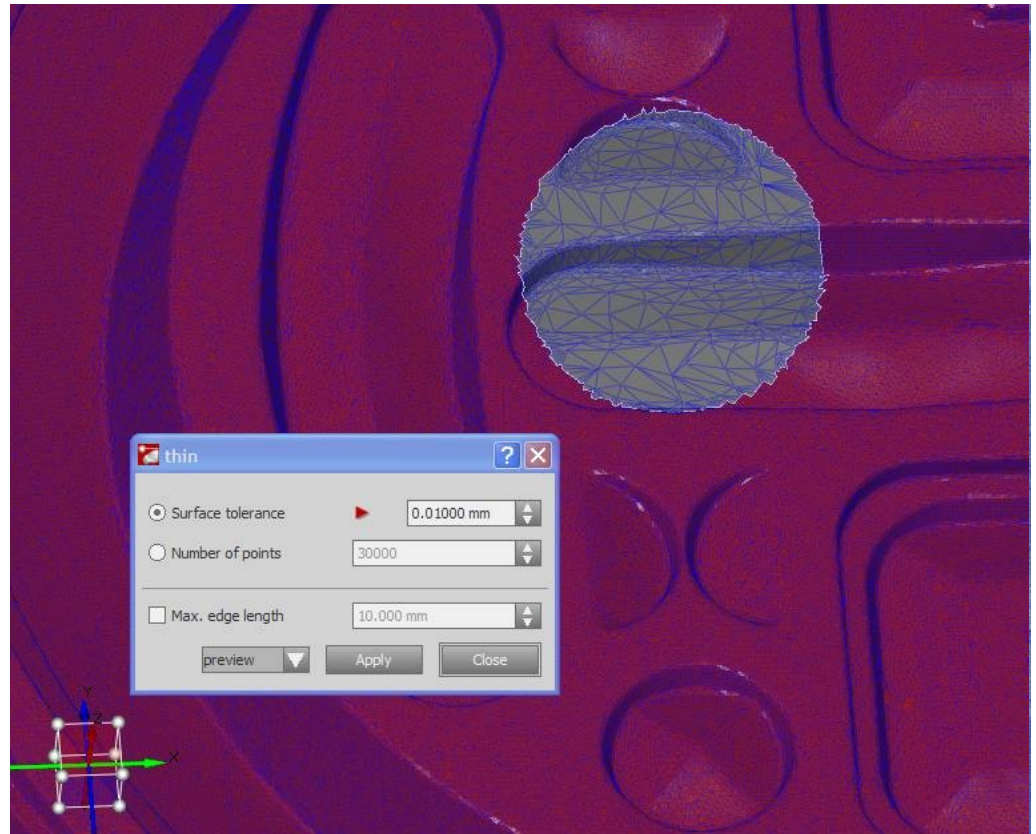




## Netz Operationen

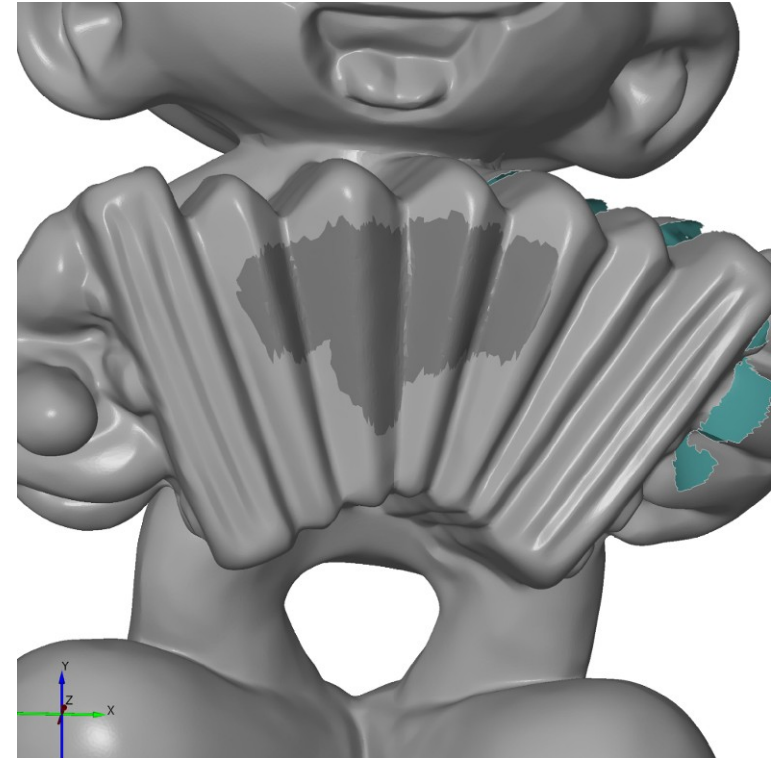
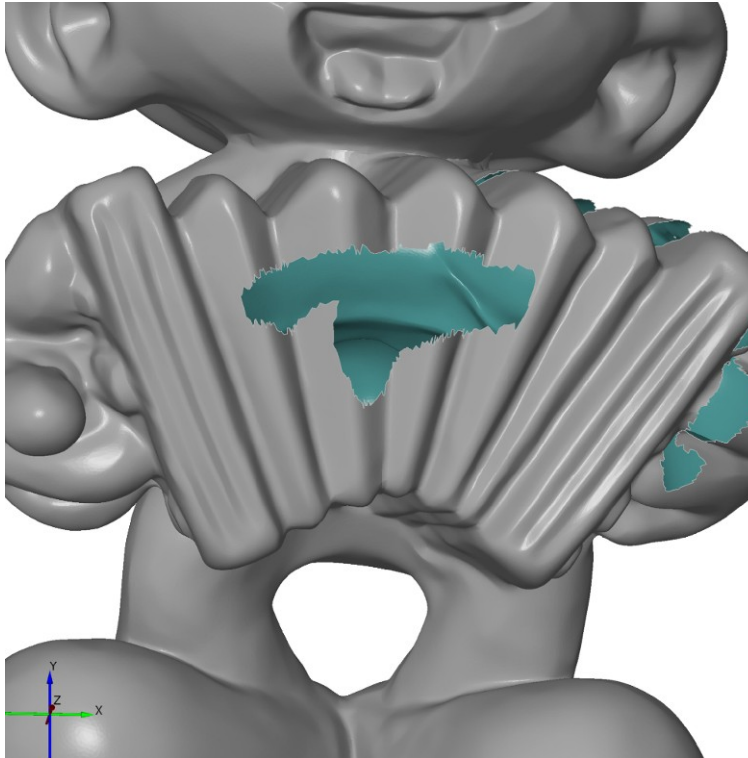
### Optimierte Netzbehandlung und Bearbeitung

- Neues Rendering
- Höhere rendering Geschwindigkeit
- Echtzeitrendering
- Animierte Änderungsanzeige
- Netzbearbeitungsvorschau
- Vorschaufokus folgt der Maus
- Live-Vorschau wird aktualisiert bei Parameteränderung



## Netz Operationen

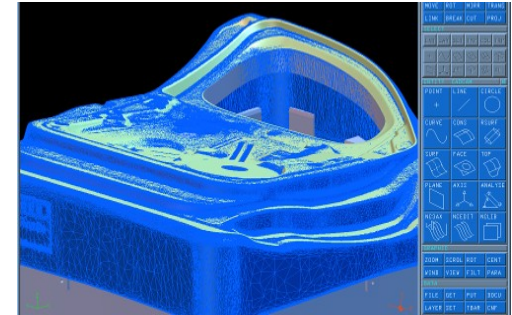
### Löcherfüllen



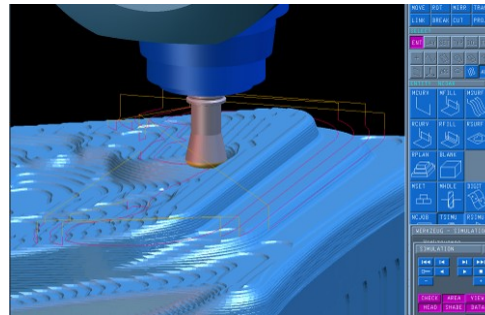
# Rapid Milling - Werkzeugbau

## Direktes Kopieren – Fräsen auf STL Daten

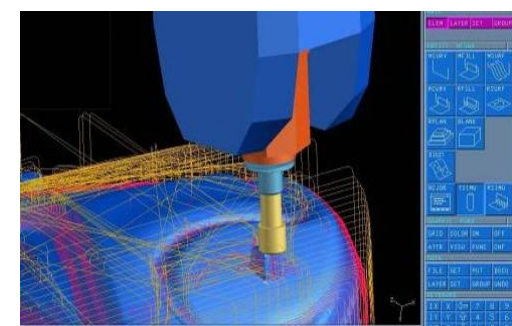
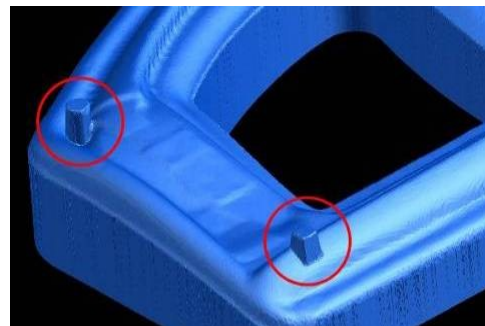
- CNC-Bearbeitung von Gussrohlingen
  - Erfassung der realen Form
  - Ausrichten auf der CNC-Anlage



- Fräsbahngenerierung auf ATOS-Daten
  - Kein „Luftfräsen“
  - Reduzierung der Maschinenlaufzeiten



- Reale Bauteilgeometrie durch ATOS-Daten
  - Erkennen von Störkonturen am Guss
  - Vermeidung von Werkzeugkollision



## Reverse Engineering

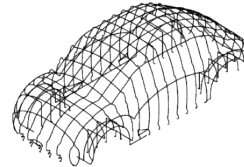
### ATOS 3D-Messdaten für Flächenrückführung

- Zur Flächenrückführung der 3D-Messdaten (STL) in
  - mathematisch beschriebene Flächen (NURBS-Flächen)
  - oder Volumenkörper (Solids)
- stellt die Software diverse allgemeine Export-Formate bereit

#### STL/ASCII-Dreiecksnetz



#### IGES-Schnitte



#### IGES-Tape/Kontrastlinien



#### IGES-Regelgeometrien



- Verschiedenste Software-Pakete stehen für die Flächenrückführung eines Objektes zur Verfügung

geomagic®

RAPIDFORM®

PolyWorks®

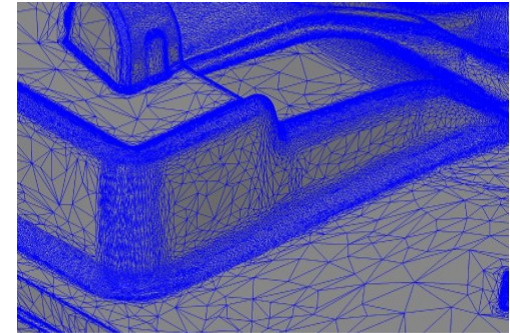
ICEM



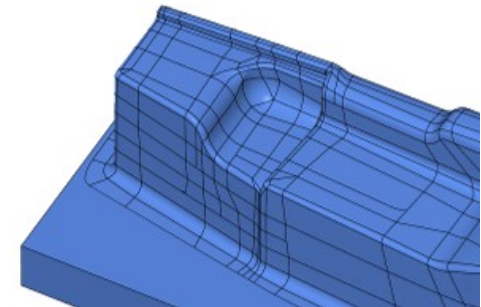
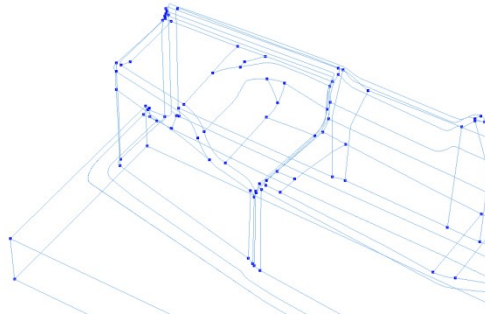
# Reverse Engineering

## Vom Bauteil zum CAD in 3 Schritten

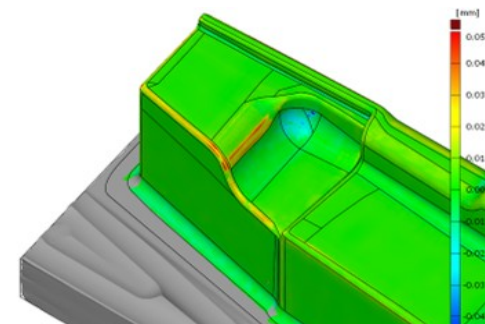
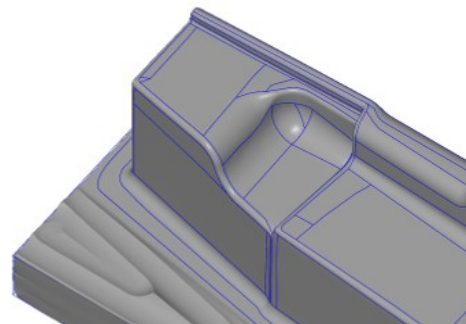
- Digitalisierung
  - STL-Daten



- Flächenrückführung (Geomagic, Polyworks,...)
  - Aufteilung der Polygonfläche mittels Kurvennetzwerk
  - Berechnung der NURBS-Patches



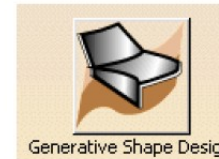
- Genauigkeitsanalyse
  - Abweichung zwischen STL- und NURBS-Flächen



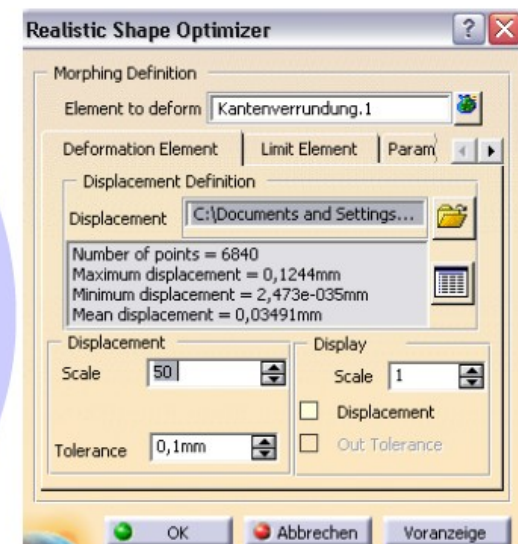
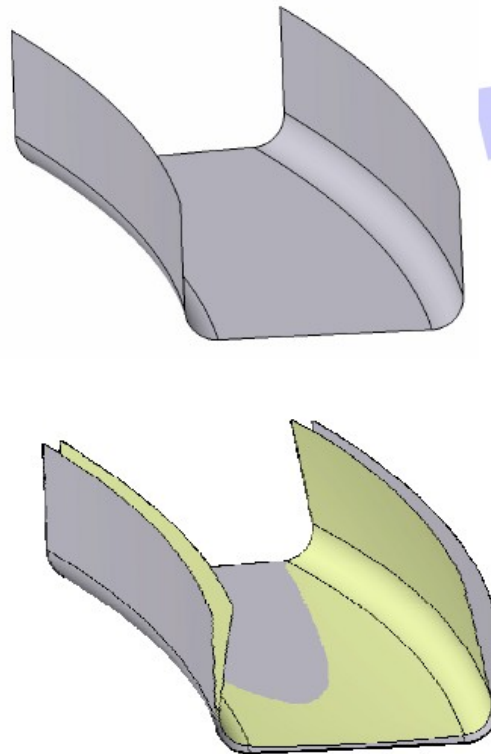
## Morphen von CAD Daten

Vom Ursprungsdatensatz zum modifizierten CAD

### Funktion in Catia



- Modul:
- Generative Shap Design



## System & Software für die Qualitätskontrolle





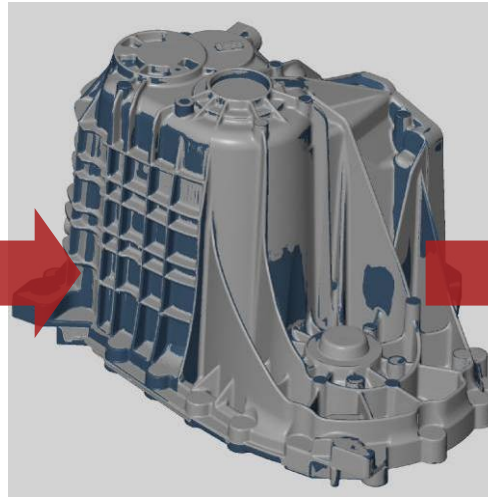
## ATOS Inspection Workflow

### Messablauf in drei Schritten

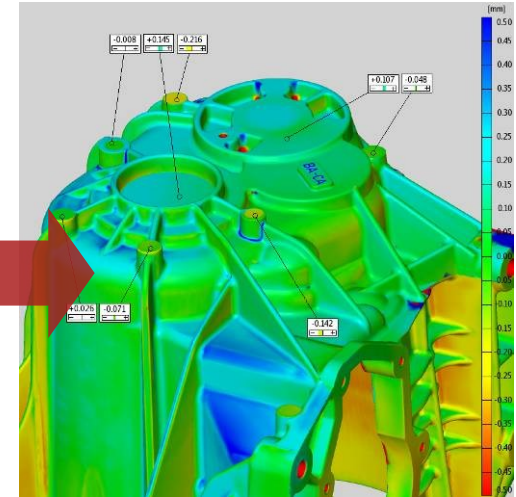


## Schritt 1

### Messung



## Schritt 2 Ausrichtung



### Schritt 3 Auswertung

# ATOS Inspection Workflow

## CAD Import

### Import CAD Data

Import Inspection Plan

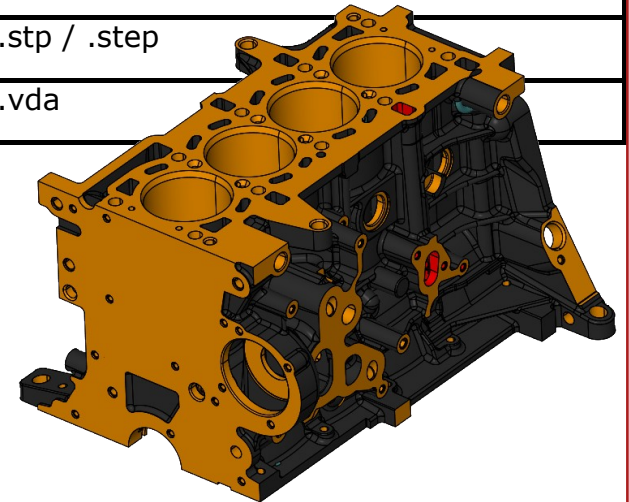
Scan Surface

Align data to CAD

Inspection

Export Data

<b>CATIA v4</b>	.dlv / .exp / .model
<b>CATIA v5</b>	.CATPart / .CATproduct / .cgr
<b>Pro/Engineer</b>	.neu
<b>Unigraphics, Pro/Engineer</b>	.prt
<b>Parasolid</b>	.x_t
<b>JTOpen</b>	.jt
<b>IGES</b>	.igs / .iges
<b>STEP</b>	.stp / .step
<b>VDA</b>	.vda



Import von CAD-Daten mit Flächentoleranzen für Einzel-Patches

# ATOS Inspection Workflow

## Messplan Import

Import CAD Data

**Import Inspection Plan**

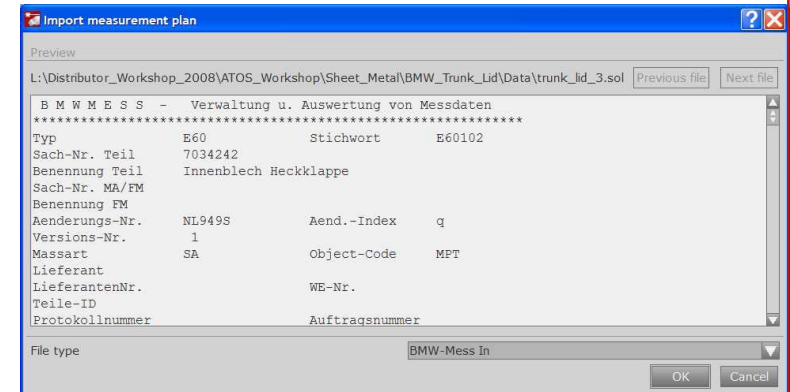
Scan Surface

Align data to CAD

Inspection

Export Data

<b>DMIS</b>	
<b>BMW-Mess</b>	.sol
<b>Audi-Plan</b>	
<b>CATIA-List / Daimler Chrysler</b>	.CSV
<b>HTML</b>	.html, .htm
<b>ASCII</b>	.txt



**Import vorhandener Mess- und Prüfpläne**

## ATOS Inspection Workflow

### Bauteilvermessung

Import CAD Data

Import Inspection Plan

**Scan Surface**

Align data to CAD

Inspection

Export Data



**Bauteilvermessung**

## ATOS Inspection Workflow

### Ausrichtung zu CAD-Daten

Import CAD Data

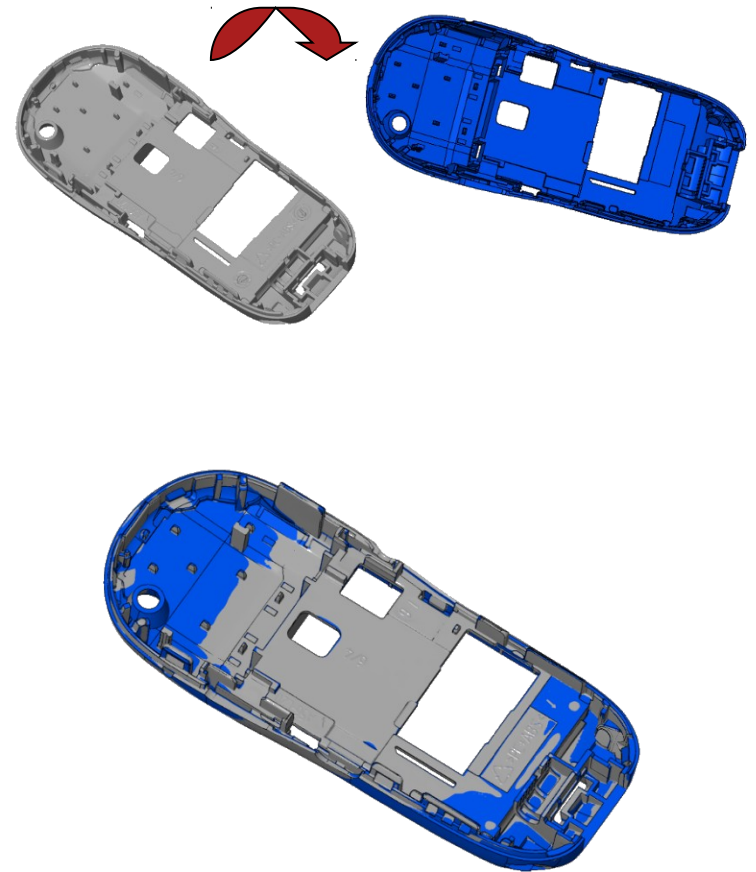
Import Inspection Plan

Scan Surface

**Align data to CAD**

Inspection

Export Data



Diverse Ausrichtungsoptionen, RPS, 3-2-1, Best-Fit,...

# ATOS Inspection Workflow

## Vollflächige Abweichungsanalyse

Import CAD Data

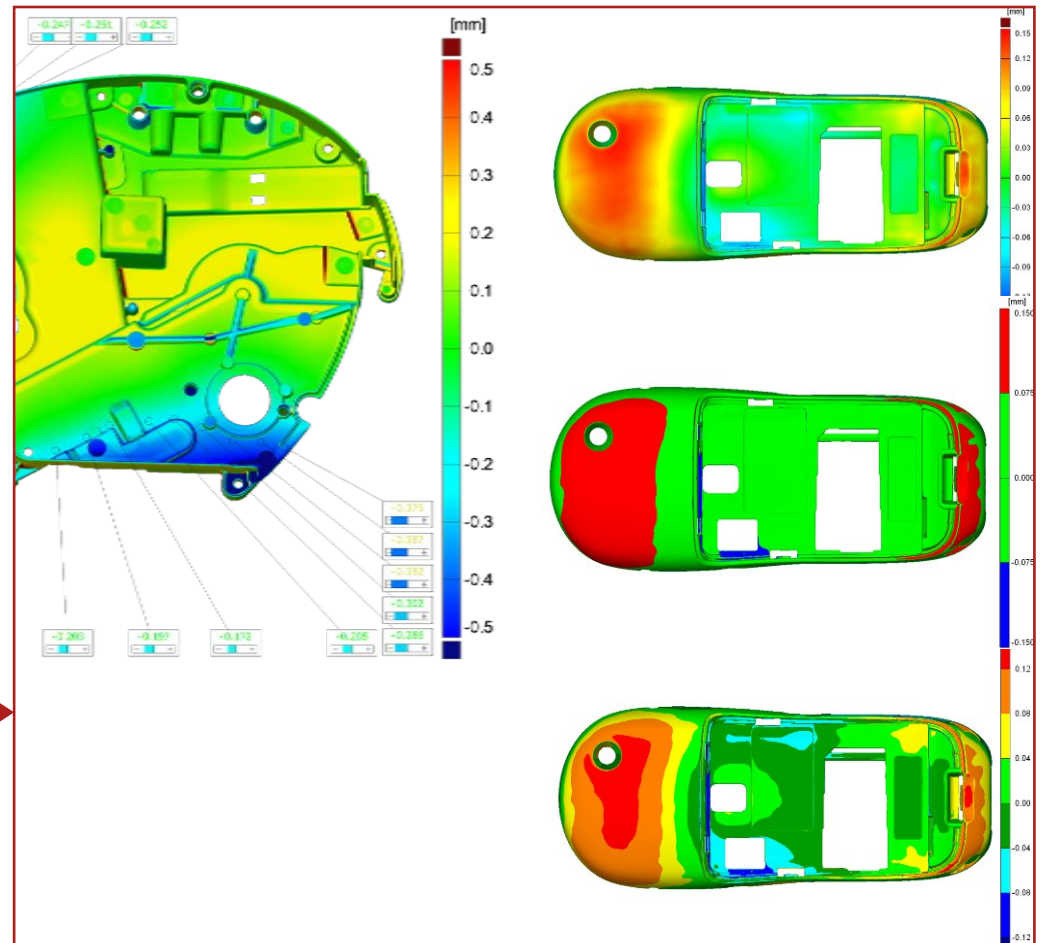
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

**Inspection**

Export Data



**Vollflächige Abweichungsanalyse zu CAD oder Grenzmuster, beliebige Flächenpunkte, Toleranzen, Legenden (Go-NoGo, Warn)**



# ATOS Inspection Workflow

## Lochmuster und Beschnittkanten

Import CAD Data

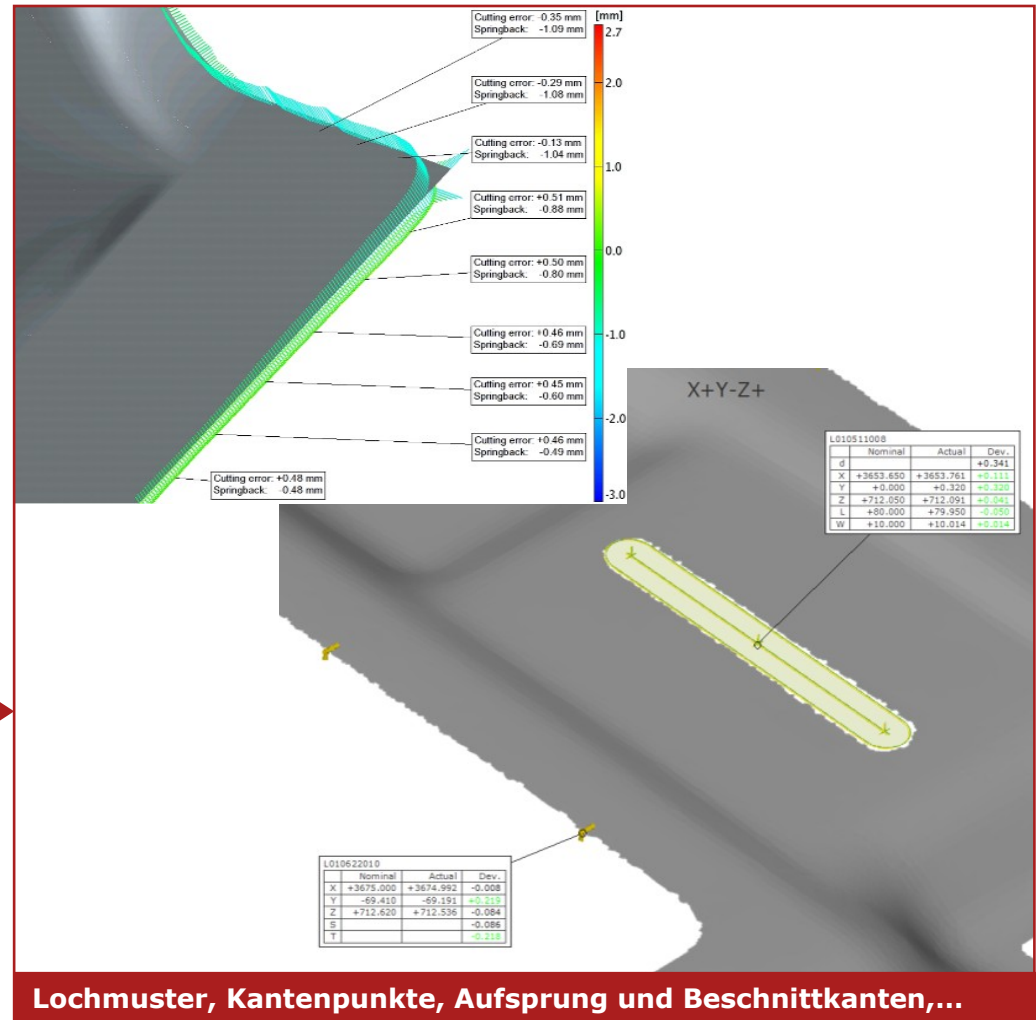
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

**Inspection**

Export Data





# ATOS Inspection Workflow

## Inspektionsschnitte

Import CAD Data

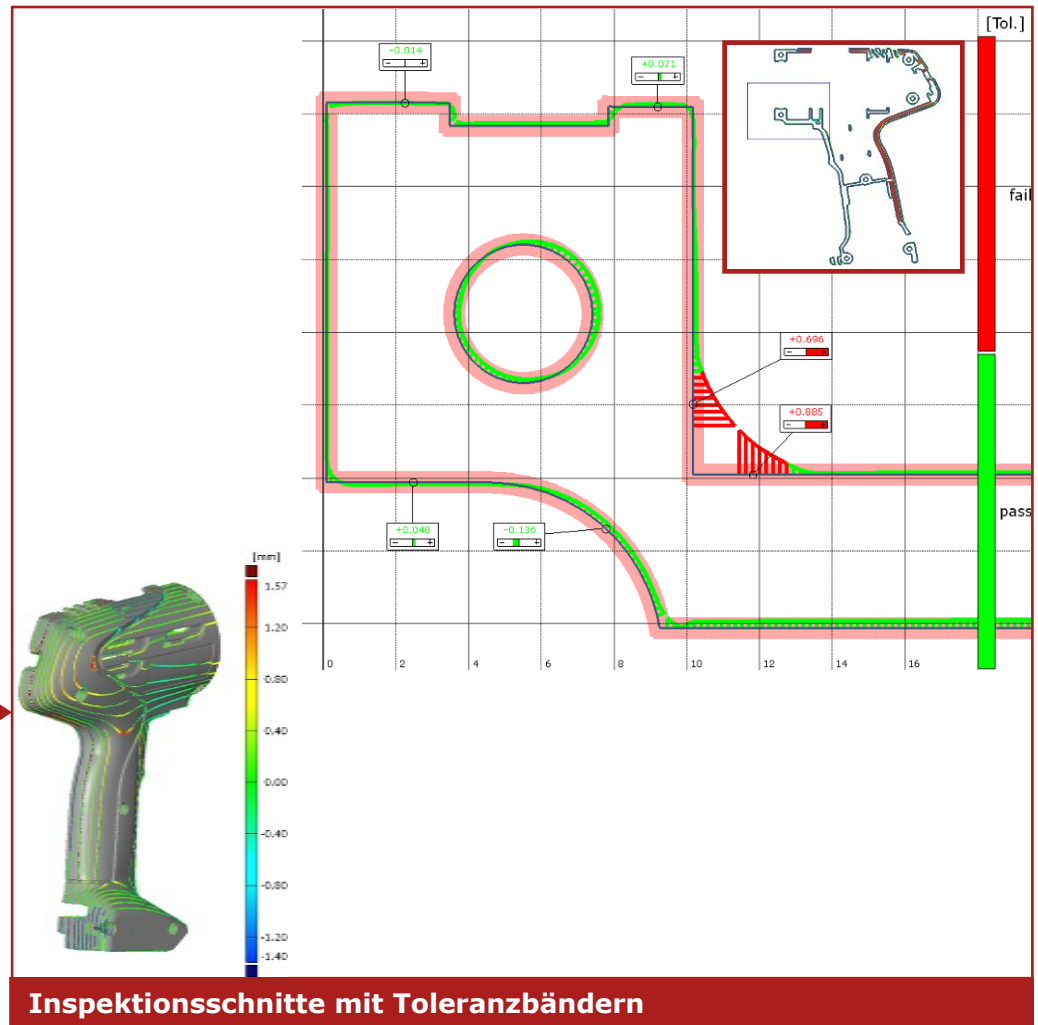
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

**Inspection**

Export Data



# ATOS Inspection Workflow

## Wandstärkenanalyse

Import CAD Data

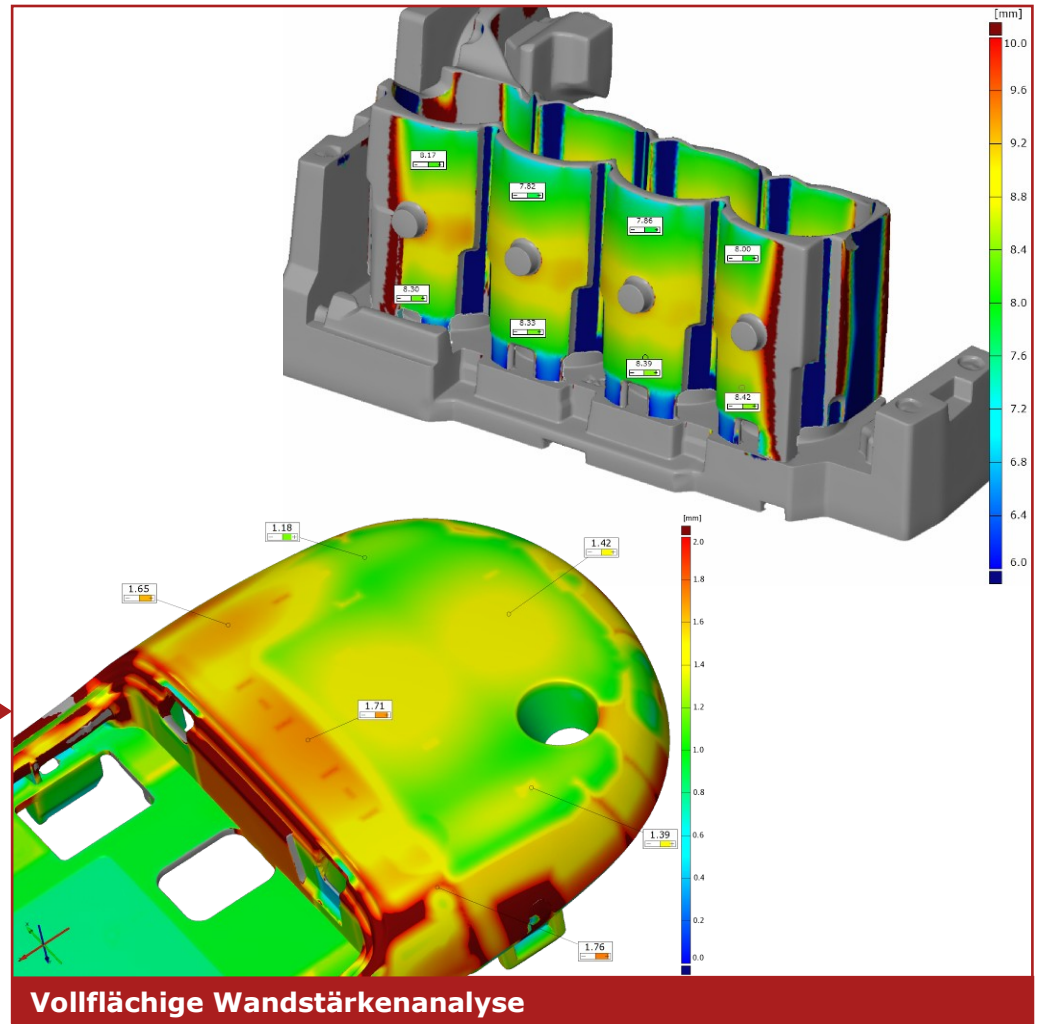
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

**Inspection**

Export Data



# ATOS Inspection Workflow

## Bemaßung, Mess-Schieber

Import CAD Data

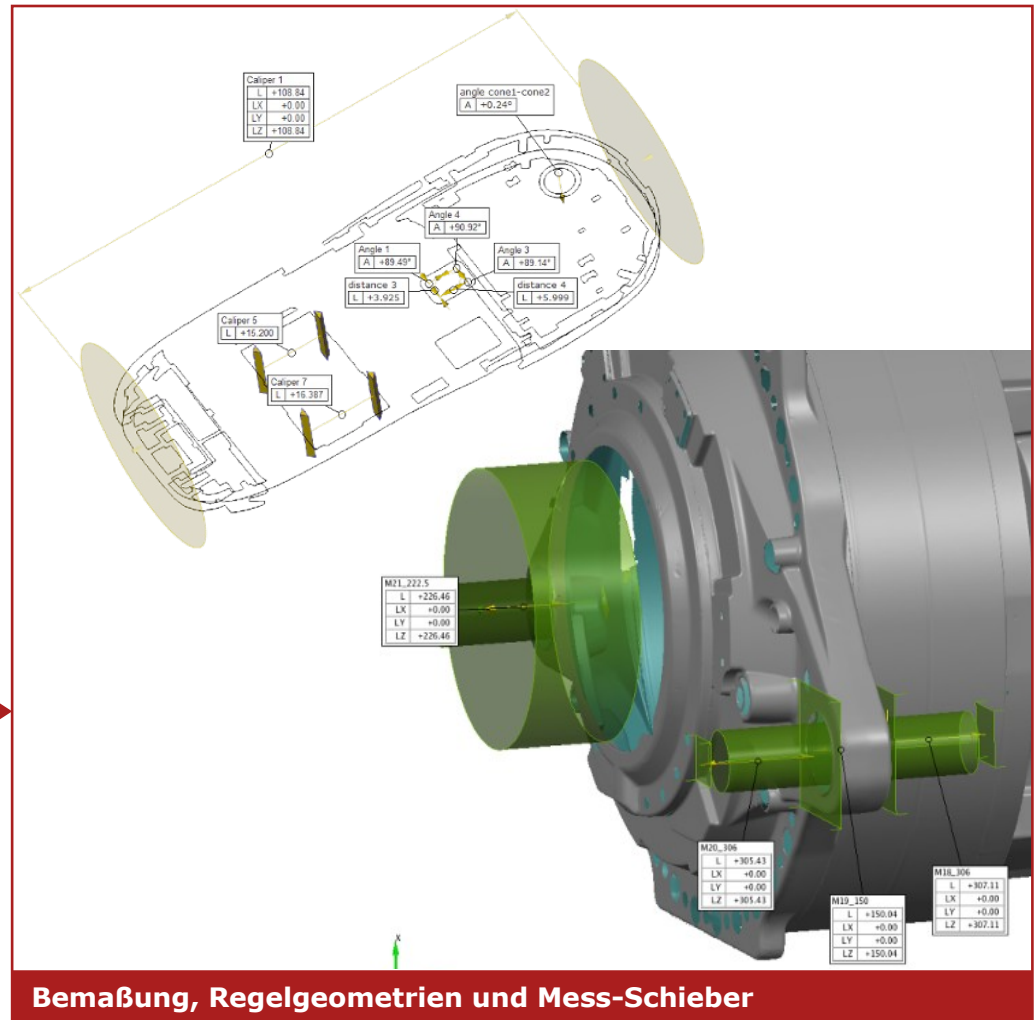
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

**Inspection**

Export Data



# ATOS Inspection Workflow

## CMM-Inspektion und Erstmusterprüfung

Import CAD Data

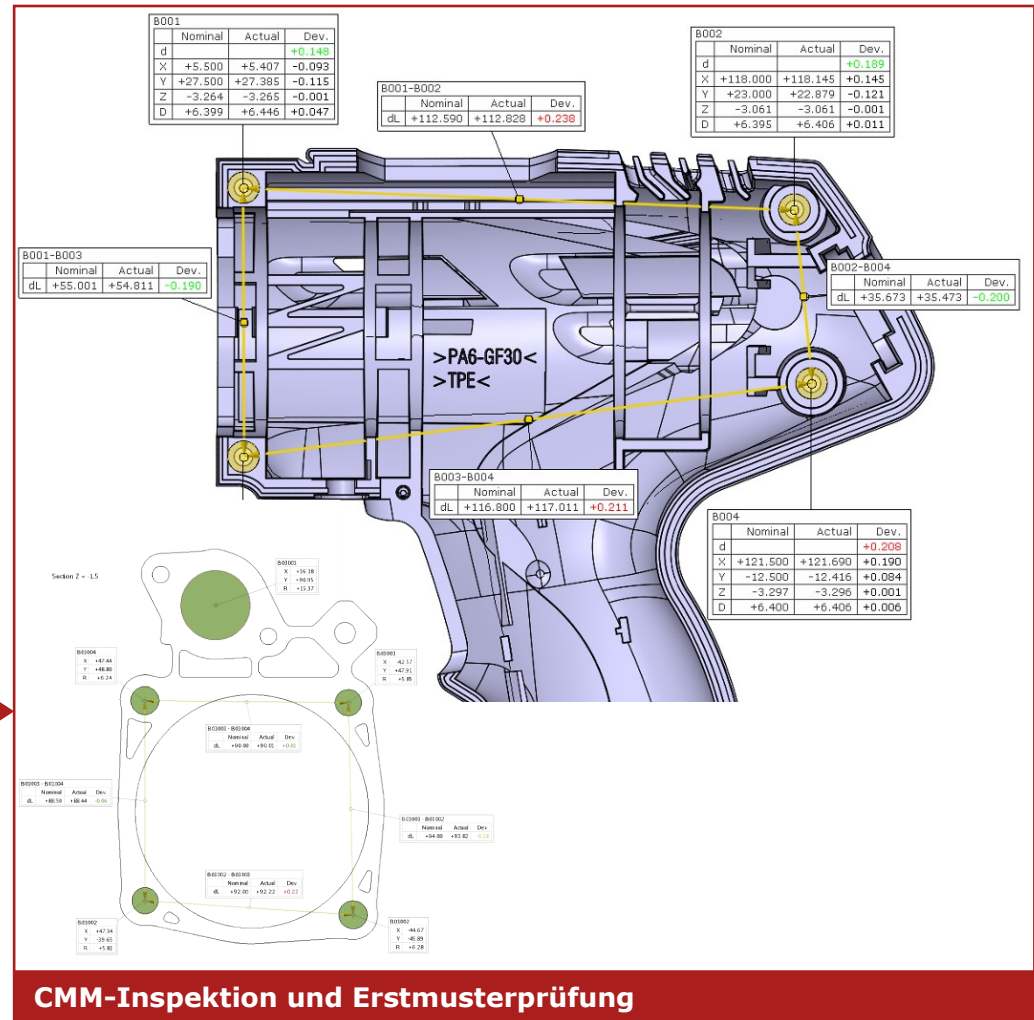
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

**Inspection**

Export Data



## ATOS Inspection Workflow

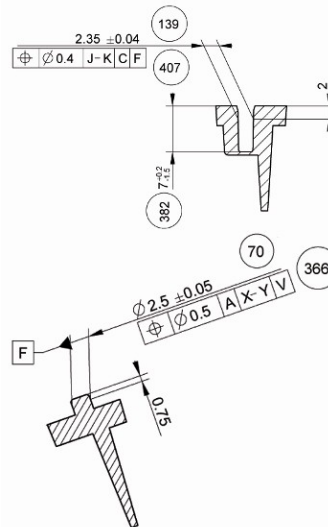
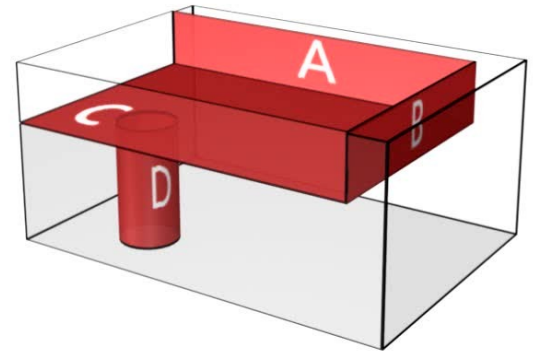
### Form- und Lagetoleranz

## Inspection

- Geradheit
- ▯ Ebenheit
- Rundheit
- ⊗ Zylindrizität
- 
- // Parallelität
- ⊥ Rechtwinkligkeit
- ∠ Neigung
- 
- ⊕ Position
- ⊙ Konzentrizität

Dimension  
Form  
Location

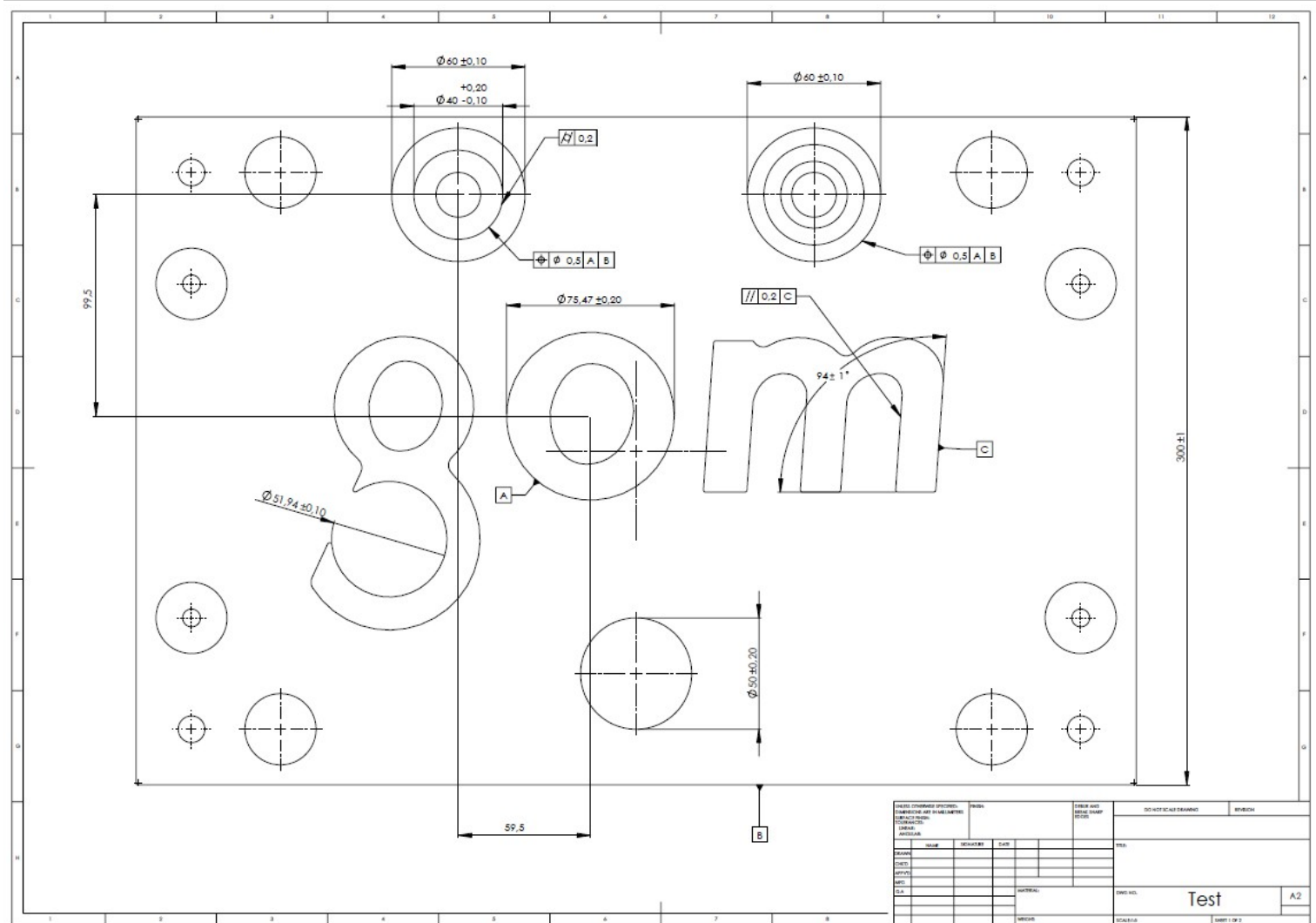
## Function



## Form- und Lagetoleranzen

## ATOS Inspection Workflow

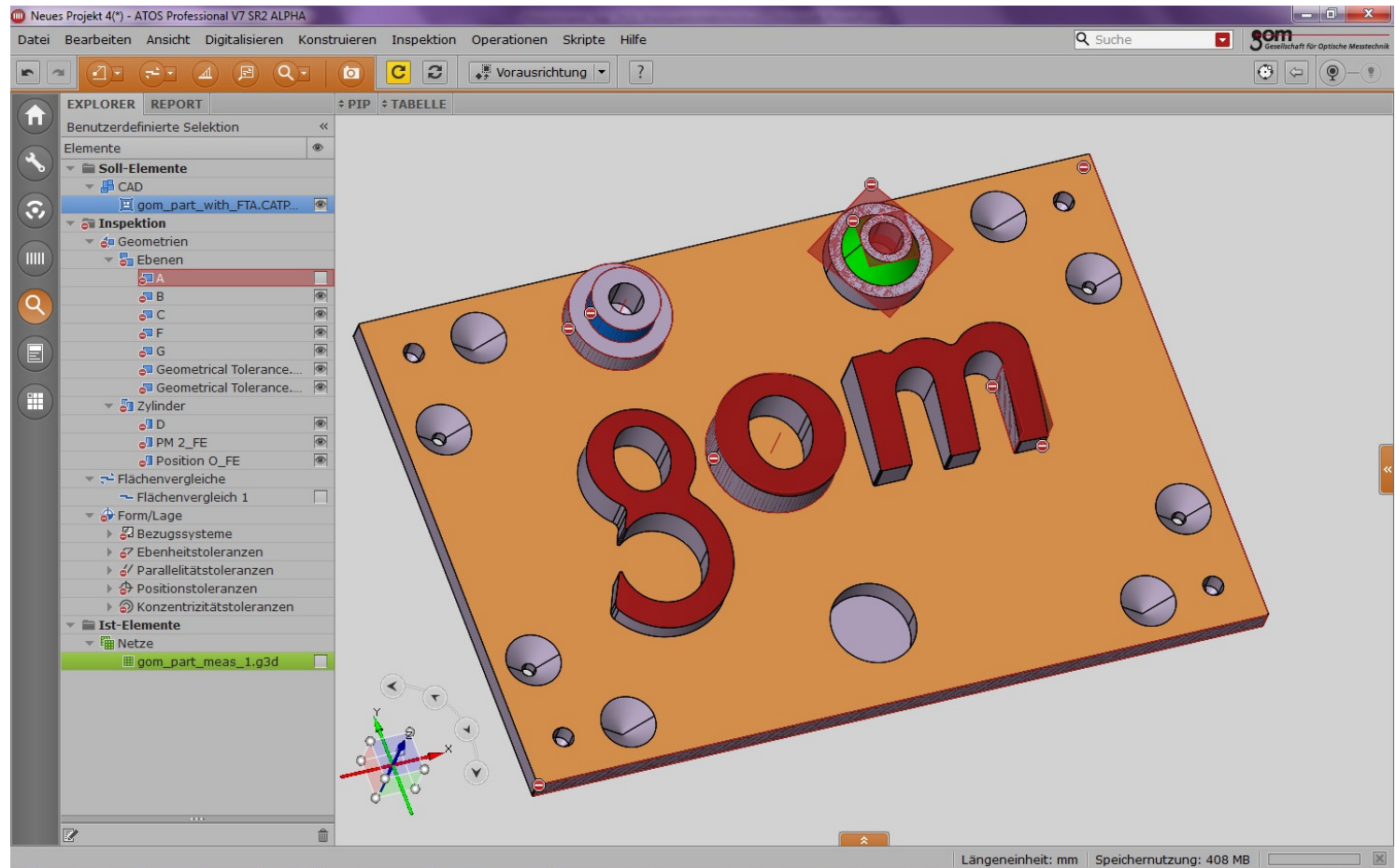
### Form- und Lagetoleranz





# ATOS Inspection Workflow

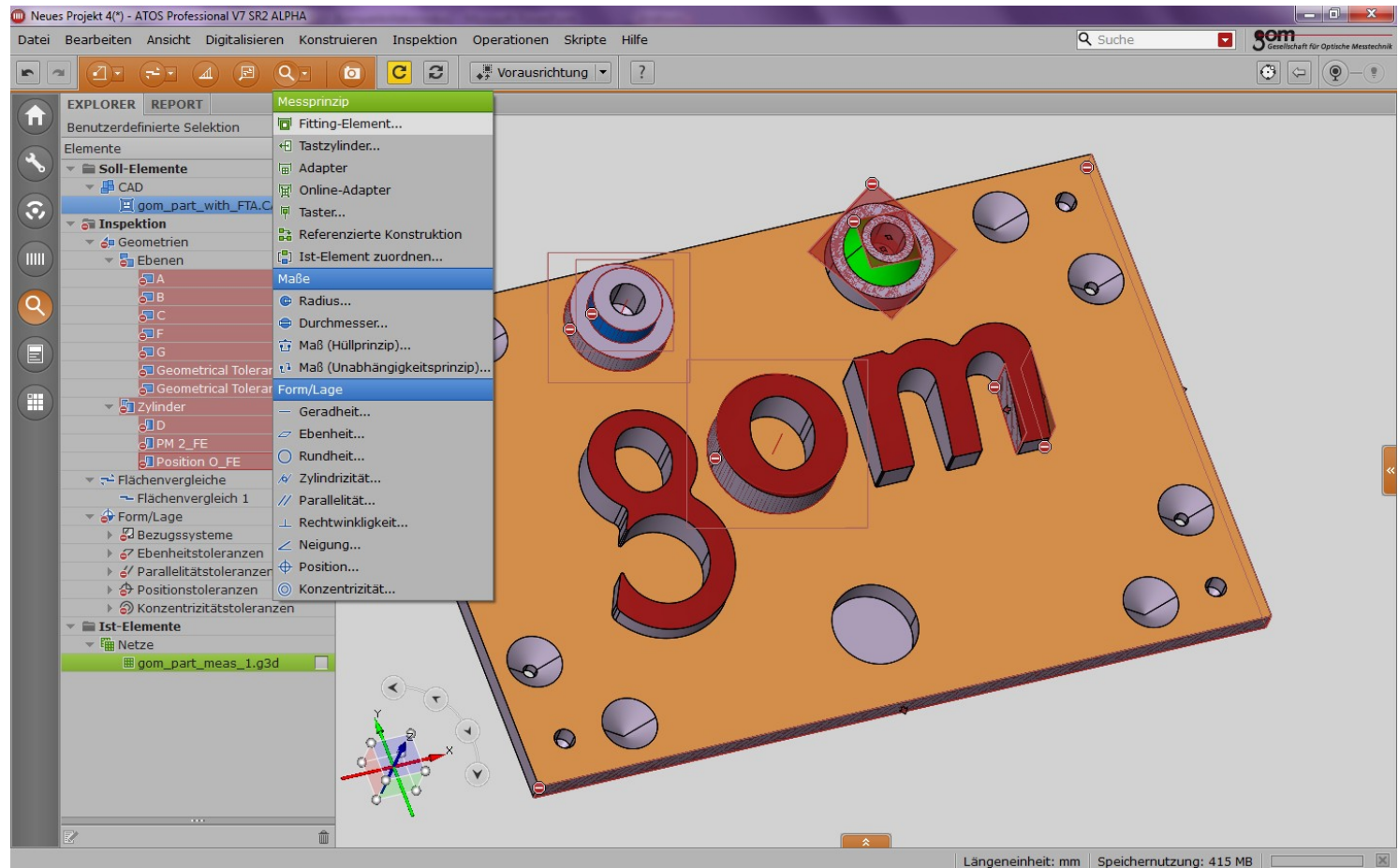
## Form- und Lagetoleranzen als FTA Import





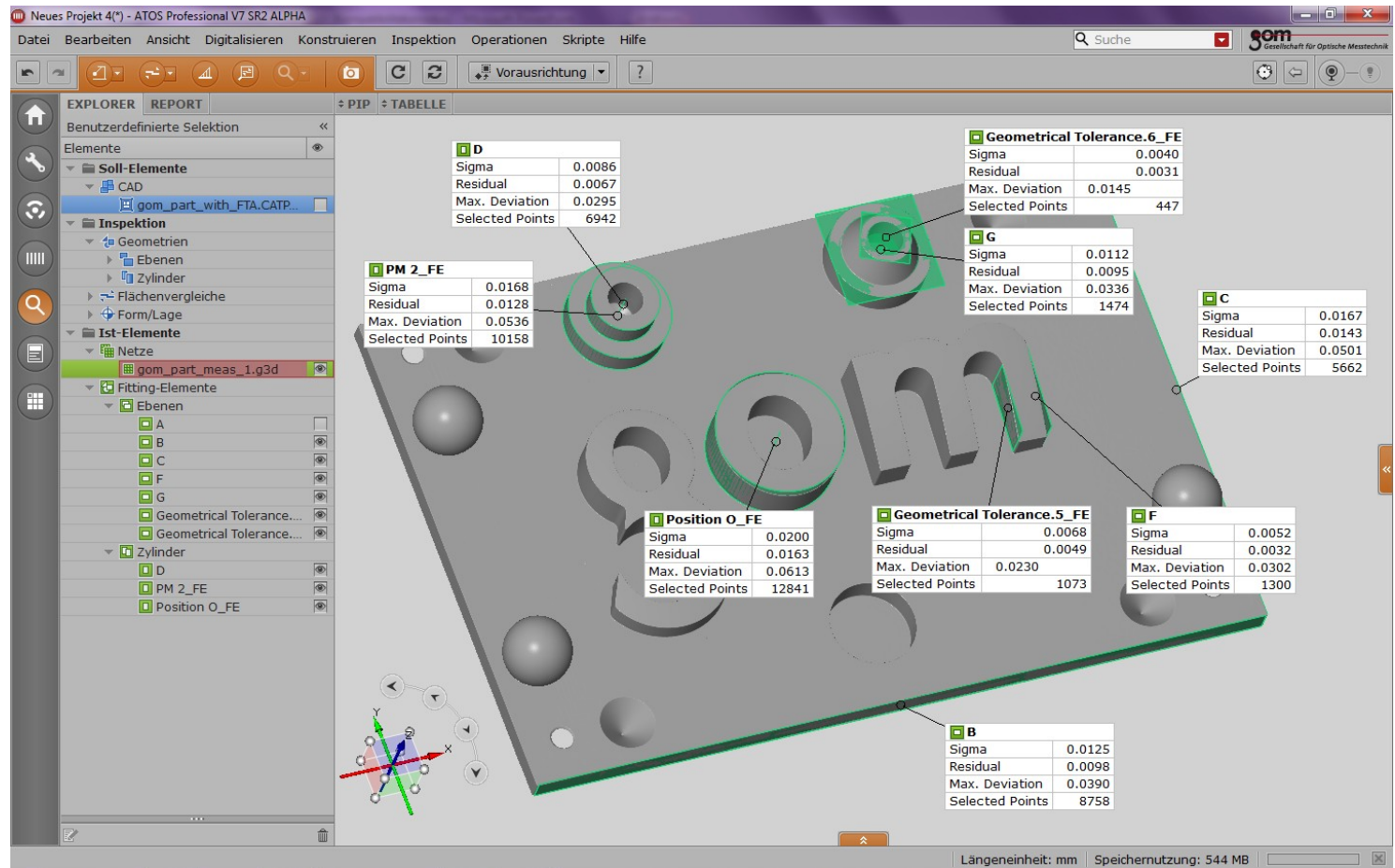
# ATOS Inspection Workflow

## Form- und Lagetoleranzen als FTA Import



# ATOS Inspection Workflow

## Form- und Lagetoleranzen als FTA Import



# ATOS Inspection Workflow

## Form- und Lagetoleranzen als FTA Import

The screenshot displays the ATOS Professional V7 SR2 ALPHA software interface. The main window shows a 3D model of a part with the 'gom' logo. Several inspection data tables are overlaid on the model:

**Geometrical Tolerance.8**

	Nominal	Actual	Dev	Check
1	-99.36	-99.47	-0.11	■
2	59.44	+59.46	+0.02	■

**PM 2**

	Zone	Datum	Actual	Check
1	0.20	DS D	0.04	■

**Zylinder Pos.-Toleranz Position 1**

	Nominal	Actual	Dev	Check
1	-99.50	-99.49	+0.01	■
2	-100.50	-100.62	-0.12	■

**Geometrical Tolerance.5**

	Zone	Datum	Actual	Check
1	0.40	DS F	0.10	■

The left sidebar shows the 'Inspektion' (Inspection) tree with various tolerance types like 'Form/Lage' (Form/Position) and 'Positionstoleranzen' (Position Tolerances). The bottom status bar indicates 'Längeneinheit: mm' (Unit: mm) and 'Speichernutzung: 578 MB' (Memory usage: 578 MB).

# ATOS Inspection Workflow

## Export Inspektionstabellen

Import CAD Data

Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

Inspection

**Export Data**

Name	Nominal	Actual	Tol -	Tol +	Dev	Check	Out
<b>D</b>							
Ø	+40.00	+39.92	-0.25	+0.25	-0.08		
<b>PM 2_FE</b>							
Ø	+60.00	+59.94	-0.25	+0.25	-0.06		
<b>Position O_FE</b>							
Ø	+75.47	+75.41	-0.25	+0.25	-0.06		
<b>Zylinder Pos.-Toleranz</b>							
Ø	+60.00	+59.95	-0.25	+0.25	-0.05		
<b>Geometrical Tolerance.3</b>							
			0.00	0.10	0.06		
<b>Geometrical Tolerance.4</b>							
			0.00	0.30	2.25		+1.95
<b>Geometrical Tolerance.6</b>							
			0.00	0.05	0.05		
<b>Geometrical Tolerance.9</b>							
			0.00	0.10	0.09		
<b>Geometrical Tolerance.10</b>							
			0.00	0.10	0.08		
<b>Geometrical Tolerance.5</b>							
			0.00	0.40	0.10		
<b>Geometrical Tolerance.7</b>							
			0.00	0.20	0.05		
<b>Geometrical Tolerance.8</b>							
			0.00	0.50	0.31		
<b>Position O</b>							
			0.00	0.30	0.36		+0.06
<b>Zylinder Pos.-Toleranz Position 1</b>							
			0.00	0.50	0.34		
<b>PM 2</b>							
			0.00	0.20	0.04		

Längeneinheit: mm

**Export Inspektions-Tabellen – ASCII, HTML, Excel,.....**

# ATOS Inspection Workflow

## Export Mess- und Prüfberichte

Import CAD Data

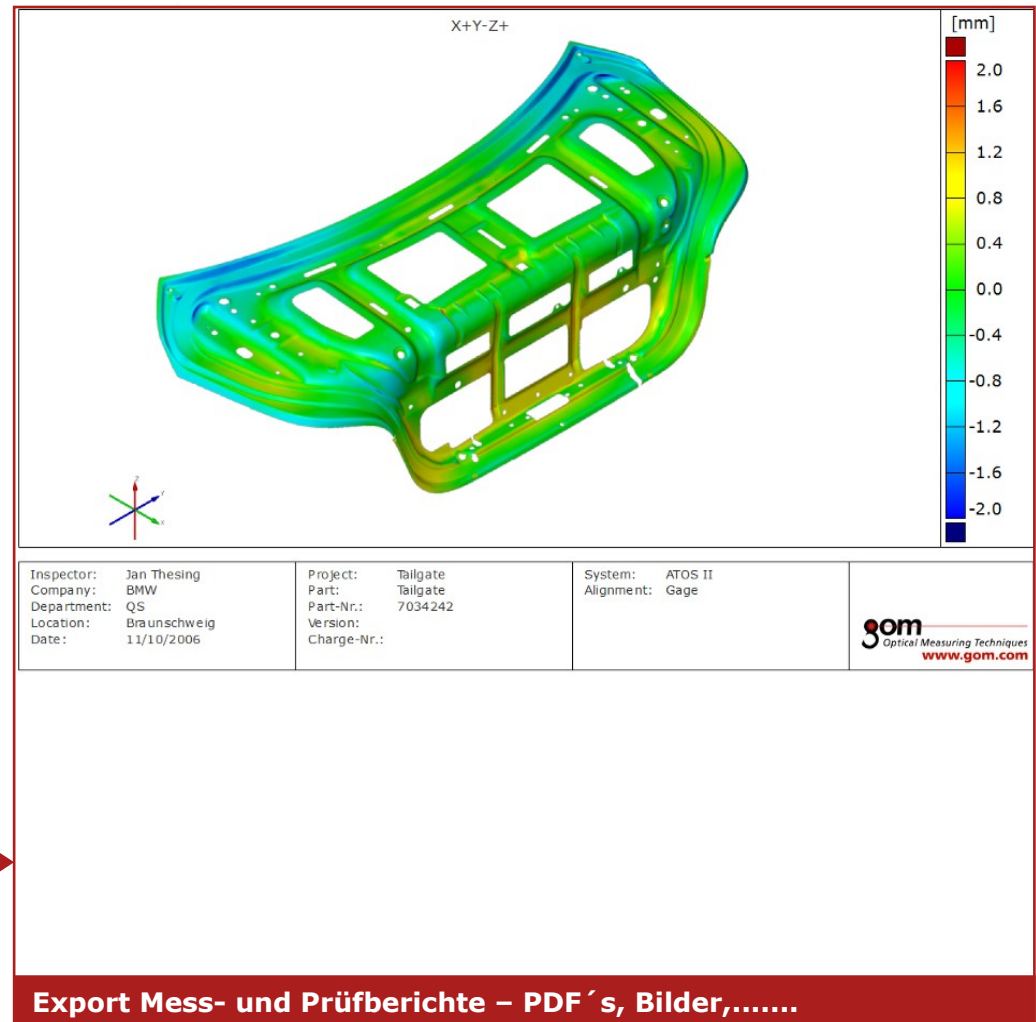
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

Inspection

**Export Data**





# ATOS Inspection Workflow

## 3D-Export aller Inspektionsergebnisse im ATOS-Viewer

Import CAD Data

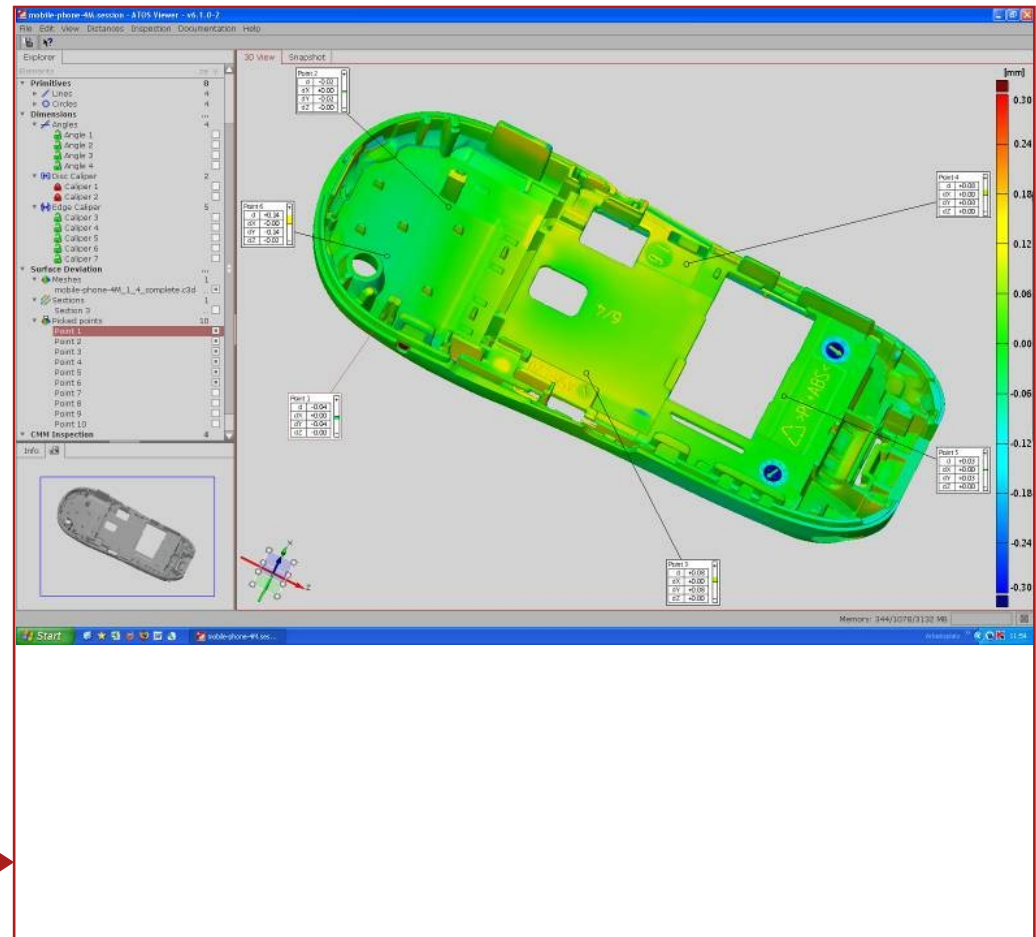
Import Inspection Plan

Scan Surface

Align data to CAD

Inspection

**Export Data**



**ATOS Viewer Session – alle 3D Messdaten und Inspektions-  
ergebnisse kompakt zum Austausch und zur Weiterverarbeitung**

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

[info@gom.com](mailto:info@gom.com)

[www.gom.com](http://www.gom.com)

