

# Automotive Testing: Optische 3D-Messtechnik steigert Sicherheit und Komfort

**GOM System:** ARAMIS, TRITOP, GOM Taster

**Keywords:** Automobilindustrie, Crashtests, statische und dynamische Deformation, Simulationsabgleich, optische 3D-Messtechnik, 6DoF-Analysen

Bei Crashtests mit Dummies oder Airbags möchte man berührungslos messen, um das Messergebnis nicht zu verfälschen und schnell an Daten zu kommen. Hier bietet sich die optische 3D-Messtechnik gegenüber herkömmlichen Messsystemen wie Dehnungsmessstreifen an. GOM zeigt die Vorteile von punktuell und flächenhaft messenden 3D-Kameras auf, um Verschiebungsanalysen und passive Sicherheit zu verbessern.



Die Produktentwicklung im Automobilbereich wird aktuell durch einen hohen Wettbewerbsdruck geprägt, der sich in immer kürzeren Entwicklungszyklen der Pkw-Modelle und einem hohen Kostendruck niederschlägt. Gleichzeitig muss die Automobilindustrie auf strengere Vorschriften zur Senkung des Schadstoffaus-

stoßes reagieren. Daher kommen Leichtbauwerkstoffe und neue Materialkombinationen zum Einsatz, um so das Gewicht der Fahrzeuge und damit den Kraftstoffverbrauch zu senken. Dabei müssen auch diese neuen Werkstoffe die hohen Anforderungen an Funktion, Crashesicherheit und Lebensdauer dauerhaft erfüllen.

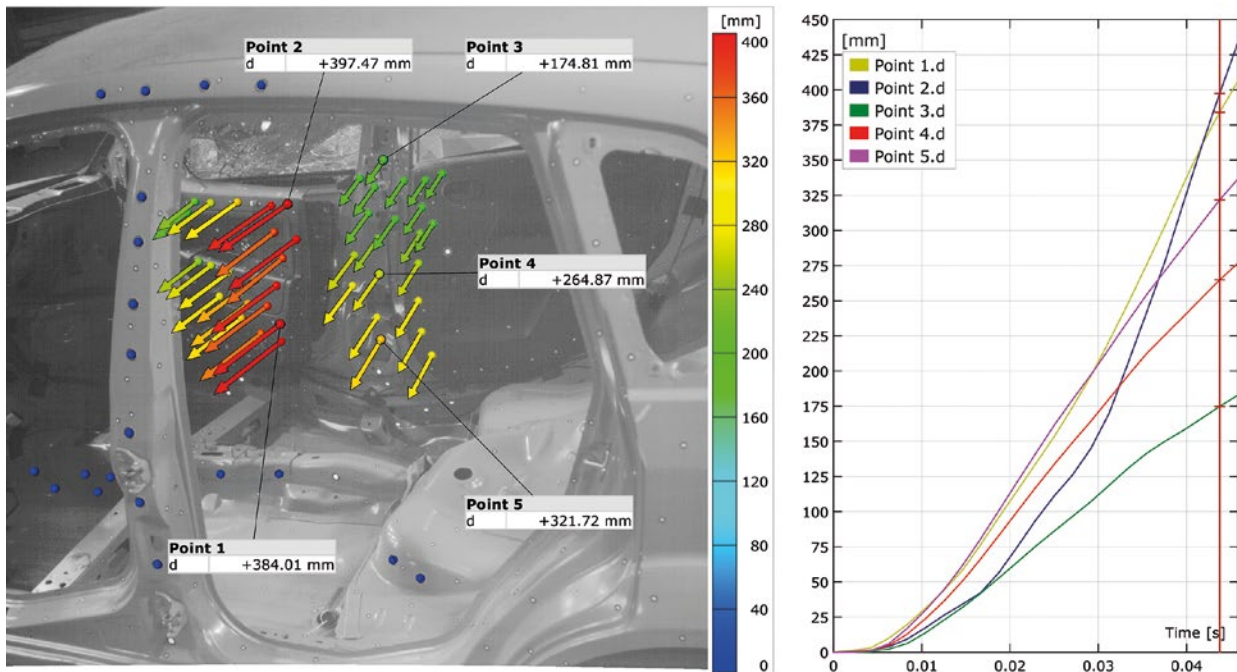


Bild 1: Bei einem Seitenaufpralltest zeigt ARAMIS die 3D-Verschiebungsvektoren, während das System zusätzlich die tatsächliche Geschwindigkeit und Beschleunigung misst; die Ergebnisse können in leicht verständlichen Berichten dargestellt werden.

### Optische Messverfahren statt Dehnungsmessstreifen

Um die Konstruktion und Simulation für die kürzeren Entwicklungszyklen zu beschleunigen, setzt die Automobilindustrie verstärkt optische Messsysteme anstelle von herkömmlichen Dehnungsmessstreifen, Beschleunigungssensoren, Wegaufnehmern oder Extensometern ein. Die berührungslos arbeitenden Systeme kommen nicht nur bei Crash- und Aufpralltests, sondern auch in Klimakammer-, Windkanal- und Langzeitversuchen zum Einsatz. Deutsche Automobilhersteller wie Audi, BMW, Daimler, Porsche und Volkswagen, und ebenso Zulieferer wie Autoliv, Bosch, Faurecia, Brose, Continental, TRW und ZF schätzen dabei besonders, dass sie die optischen Messsysteme vollständig und ohne Aufwand in bestehende Testvorrichtungen und Prüfstände integrieren können.

Mit der ARAMIS 3D Camera von GOM können nun punktbasierte und flächenhafte optische Messungen mit einem Messsystem durchgeführt werden, was die Integration erleichtert und den Rüstaufwand zusätzlich reduziert<sup>1</sup>. Dazu waren früher mehrere herkömmliche Messgeräte notwendig.

### Berührungsloses Messen von Verschiebungen

Die optischen Sensoren der ARAMIS 3D Camera liefern Messdaten der Bauteilgeometrien sowie der dreidimensionalen Verschiebungen und Verformungen. Dabei werden statische und dynamische Deformationen sowohl punktuell als auch flächenhaft ermittelt. Anhand der Messdaten werden nicht nur Sicherheit und Funktion der Bauteile geprüft, sondern auch Simulations- und Konstruktionsprozesse optimiert.

Für Test- und Prüfengeure ist vor allem die Frage interessant, wie sich Bauteile und Komponenten während eines Crash- und Aufpralltests verhalten – nur so ist die Sicherheit von Insassen und Fußgängern gewährleistet. Hierzu ist eine genaue Analyse des dynamischen Verhaltens einzelner Bauteile und Komponenten nötig. Dafür stehen punktuell und flächenhafte Messverfahren zur Verfügung. Zum Einsatz kommt die Kamera aber nicht nur bei Crash- und Aufpralltests, sondern auch bei Windkanaltests, auf Fahrwerks- und Motorenprüfständen, bei Türen-, Hauben-, Klappenversuchen sowie Vibrations- und Schwingungsanalysen.

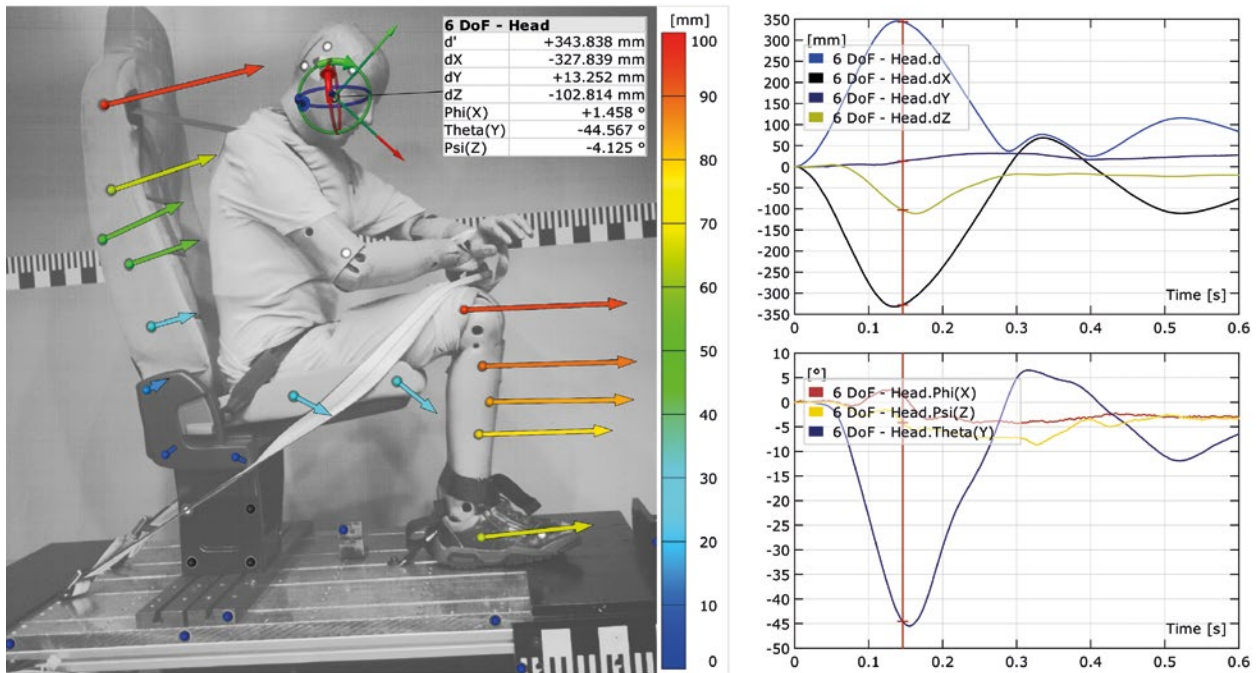


Bild 2: ARAMIS kombiniert punktuelle und flächenhafte Verformungsmessungen in einem Messsystem und zeigt 3D-Verschiebungsvektoren (links) sowie eine komplette 6DoF-Analyse (rechts) der rotatorischen und translatorischen Bewegungen des Dummykopfes. Die Bewegungsbahnen des Kopfes können ebenfalls ausgewertet werden.

### Analysen von Crashtests

Für die Schlittenversuche in einem Crashtest beispielsweise werden üblicherweise punktuelle Messverfahren als schnelle Methode zur Erprobung von Sitzen, Rückhaltesystemen und Innenraumteilen eingesetzt. Bei diesen Versuchsaufbauten kommen weder teure Prototypen noch ganze Fahrzeuge zu Schaden, da diese nur bis zu einer vordefinierten Geschwindigkeit beschleunigt werden. So lassen sich die Auswirkungen von Frontal-, Seiten- und Heckcrashes kostengünstig darstellen. In jedem Versuchsaufbau zeigen optische Messsysteme wie die ARAMIS 3D Camera dreidimensionale Verschiebungsvektoren, während sie zusätzlich die reale Geschwindigkeit und Beschleunigung messen (Bild 1).

Anhand der gesammelten Messdaten werden dann unter anderem Bewegungen von Sitzen und Crashtest-Dummies ermittelt. Die Auswertung ermöglicht vollständige Analysen in sechs Freiheitsgraden (6DoF), beispielsweise auch die Rotation und Translation eines Dummy-Kopfes (Bild 2).

Auch die Bewegung und Drehung des Oberkörpers können gemessen werden sowie die Aufprallgeschwindigkeit des Kopfes auf die Kopfstütze und die Bewegung der Beine. Dabei werden die Verschiebungen der gemessenen Punkte dreidimensional dargestellt. Testingenieure können anhand der Daten genau analysieren, wie sich Kopf und Rumpf der Dummies im Raum bewegen (Bild 3). Das wiederum erlaubt Rückschlüsse auf die Sicherheit von Sitz- und Gurtsystemen, zeigt aber auch, ob die Gefahr eines Kopfaufpralls im Innenraum des Fahrzeugs besteht. Optische Messverfahren lassen sich einfach in verschiedene Prüfstände integrieren. Zu messende Punkte werden über Messmarken identifiziert. Der Versuchsaufbau wird außerdem durch die in die Kamera integrierte Positionierfunktion beschleunigt: Mittels optisch getracktem Taster können die in Testvorschriften angegebenen Sollpositionen, zum Beispiel von Dummies und Sitzen, schnell bestimmt und markiert werden. Die Messungen selbst können bei rauen Umgebungsbedingungen durch das Lichtmanagement mit sogenannter Blue Light Technology

und flexibler Triggerung Triggerung, gesteuert durch den GOM Testing Controller, umgebungsunabhängig durchgeführt werden. Bildaufzeichnungen bei Messungen von Dauerbelastungstests bis hin zu High-Speed-Anwendungen sind möglich. Dabei können synchron Analogkanäle (Kraft, Weg, Winkel, Temperatur etc.) aufgenommen, digitalisiert und in Echtzeit angezeigt werden.

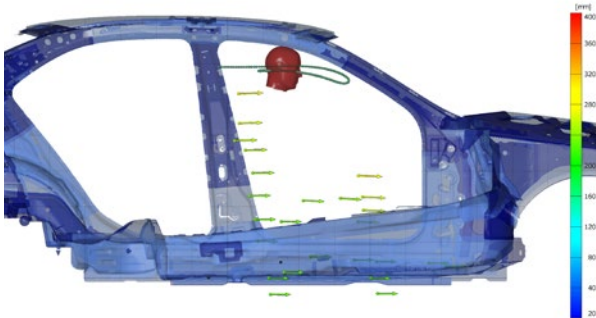


Bild 3: Testingenieure können anhand der Messdaten genau analysieren, wie sich Kopf und Rumpf (hier unsichtbar) des Dummys im Fahrzeug bewegen; das wiederum erlaubt Rückschlüsse auf die Sicherheit von Sitz- und Gurtsystemen, zeigt aber auch, ob die Gefahr eines Kopfaufpralls im Interieur besteht.

### Dehnungen in Airbag-Gehäusen und Windschutzscheiben

Gerade bei sicherheitsrelevanten Bauteilen sind flächenhafte Informationen über dynamische Deformationen besonders wichtig. Flächenhafte Messverfahren kommen daher häufig bei Crash- und Aufpralltests, aber auch bei Komponentenversuchen, zum Beispiel an Airbags, sowie auf Reifenprüfständen zum Einsatz. Airbag-Gehäuse und das Öffnungsverhalten der Airbags werden dabei mit High-Speed-Kameras analysiert. Anhand der flächenhaften Messdaten ist die Berechnung von Oberflächendehnungen und Verschiebungen in allen Ebenen möglich. Genutzt werden flächenhafte Messverfahren auch bei Aufprallversuchen, beispielsweise auf Windschutzscheiben. Da die Scheiben in modernen Fahrzeugen aus mehreren Materialschichten bestehen, sind numerische Simulationen für das Verhalten unter

Last häufig ungenau. Mithilfe der vollflächigen Messdaten, die mit der ARAMIS 3D Camera erfasst werden können, sind verlässliche Aussagen zur Ausbreitung von Rissen auf Windschutzscheiben möglich, welche sonst unbemerkt geblieben wären (Bild 4).

### Klimakammerversuche

Die Entwicklungsarbeit umfasst neben dem dynamischen Bauteil- und Komponentenverhalten auch statische Verformungen im Vorher-Nachher-Vergleich. Mit portablen, optischen Systemen wie TRITOP werden dafür die Koordinaten von dreidimensionalen Objekten mittels Bildmessung ermittelt. Eingesetzt werden diese Systeme bei Klimakammerversuchen, um punktuelle Verformungen und Veränderungen an Spalt- und Bündigkeitsmaßen unter verschiedenen Temperaturen und Umweltbedingungen zu analysieren. Die Messungen erlauben damit Aussagen zur Steifigkeit der verwendeten Werkstoffe sowie über die Qualität der Konstruktion.

Diese Bildmessungssysteme werden auch genutzt, um den Zustand eines Fahrzeugs vor und nach einem Frontalaufpralltest zu dokumentieren. Anhand der 3D-Koordinaten aus beiden Messreihen können punktuelle Verformungsvektoren in X-, Y- und Z-Richtung bestimmt werden. Daraus lassen sich Deformationen, zum Beispiel an der A-, B- und C-Säule ableiten.

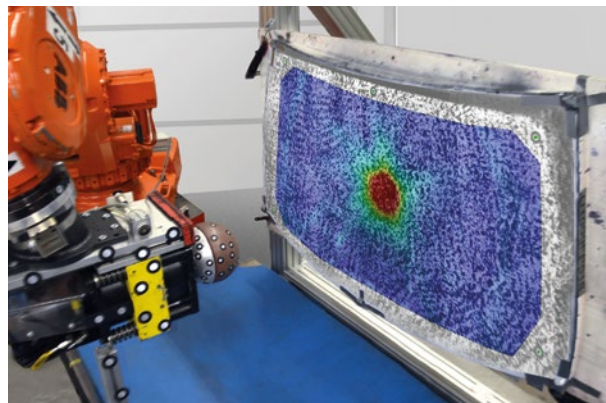


Bild 4: Mit den vollflächigen Messdaten, die mit ARAMIS erfasst werden, sind verlässliche Aussagen zur Ausbreitung von Rissen auf Windschutzscheiben möglich, die durch den Kopfaufprall eines Dummys entstanden sind.



### **Erhöhte Sicherheit, gesteigerter Komfort**

Im Automobilbereich sind die Sicherheitsvorschriften in den vergangenen Jahren verschärft worden, zudem existieren international verschiedene Standards. Das führt zu einer Vielzahl unterschiedlicher Tests, sodass eine flexible und leicht zu integrierende Messtechnik erforderlich ist. Mit berührungslos arbeitenden optischen Messsystemen werden heutzutage statische, dynamische, punktuelle und flächenhafte Analysen ausgeführt. Messbereiche, Bildraten und Auflösungen können je nach Testaufbau angepasst werden. Herkömmliche Dehnungsmessstreifen, Beschleunigungssensoren, Wegaufnehmer oder Extensometer werden damit überflüssig. Die erfassten 3D-Messdaten stehen dauerhaft zur Verfügung und können auch lange nach dem Versuch und in unterschiedlichen Zusammenhängen ausgewertet werden. Dabei lassen sich die Messergebnisse anschaulich in Diagrammen, Filmen und Bildern darstellen. Anhand dieser Mess-

daten sind Aussagen zu Sicherheitsrisiken, Bauteillebensdauer, Kriech- und Alterungsprozessen sowie zur Änderung der äußeren Erscheinung über die Zeit und im Gebrauch möglich. Das führt nicht nur zu mehr Sicherheit und erhöhtem Komfort, sondern auch einer längeren Lebensdauer und einem ansprechenden Design der Produkte.

### **Simulationsabgleich**

Ein wichtiger Bereich für den Gebrauch von optischen Messdaten ist der Abgleich mit der Computersimulation. Mit den Ergebnissen kann der Anwender sowohl Simulationsparameter kontrollieren und verbessern, als auch aktuelle und zukünftige Konstruktionsprozesse optimieren. Das spart weitere Testläufe und beschleunigt so die Entwicklung von Produkten. Dies ist ein entscheidender Wettbewerbsvorteil für Automobilhersteller und -zulieferer in einem Markt mit hohem Kosten- und Innovationsdruck.

<sup>1</sup> GOM Webinar „Optische 3D-Messtechnik im Automotive Testing“ am 16. März 2016.  
Online: <http://www.gom.com/de/events/webinare/webinar-automotive-testing.html>