

Anwendungsbeispiel

Kombination von digitaler Bildkorrelation und Thermografiemessung

Die Kombination von Messergebnissen aus der digitalen Bildkorrelation (ARAMIS, DIC) und Temperaturmessdaten von Infrarotkameras ermöglicht die gleichzeitige Analyse des thermischen und mechanischen Verhaltens von Prüfkörpern im Bereich der Material- und Bauteilprüfung.



GOM ARAMIS – Digitale Bildkorrelation (DIC)

Das ARAMIS System misst berührungslos und materialunabhängig basierend auf dem Prinzip der digitalen Bildkorrelation.

Die mit hochauflösenden Kameras bzw. Hochgeschwindigkeitskameras erfassten Bilder von Prüfkörpern unter Belastung werden anschließend ausgewertet. Das System bestimmt Grauwertverteilungen für tausende Teilbereiche in jedem Kamerabild und gibt subpixelgenaue Positionen korrespondierender Messpunkte in allen Bildern aus, aus denen dann durch Triangulation 3D-Koordinaten berechnet werden.

Die Auswertung dieser Oberflächeninformationen aller Laststufen über die Zeit im 3D-Raum liefert exakte X-, Y- und Z-Verschiebungen, -Geschwindigkeiten und -Beschleunigungen. Des Weiteren ermittelt ARAMIS aus den 3D-Koordinaten Oberflächendehnungen, wie z. B. Haupt- und Nebenformänderung.

Auf Basis dieser Messdaten werden Materialkenndaten bestimmt, numerische Simulationen validiert, Bauteilbewegungen überprüft und Komponentenverformungen analysiert. Das ARAMIS System ist einsetzbar für Probengrößen in Bereichen von Quadratmillimetern bis mehreren Quadratmetern und unterstützt sowohl hochauflösende als auch Hochgeschwindigkeitskameras mit Bildraten bis über 1.000.000 Hz.

InfraTec – Thermografie

Die Thermografiesysteme der VarioCAM®-HD-Serie und der ImageIR®-Serie mit neuester Detektortechnologie zeichnen sich durch sehr gute messtechnische Eigenschaften aus.

Die Thermografiekameras erreichen eine geometrische Auflösung von bis zu 2.560×2.048 IR-Pixeln. Damit lassen sich Bilder und Sequenzen in bisher unerreichter geometrischer Auflösung erstellen und geometrisch bedingte Messfehler effektiv vermeiden. Aufgrund der hervorragenden thermischen Auflösung von bis zu 20 mK können auch kleinste Temperaturunterschiede exakt dargestellt werden.

Der optische Kanal der Kameras besteht aus wechselbaren Infrarotobjektiven, die mit einer Motorfokuseinheit ausgestattet werden können. Über die Kamerabediensoftware erfolgt die schnelle und präzise Fokussierung. Hierbei besteht die Wahl zwischen der Autofokusfunktion und dem manuellen Fokussieren. Der Einsatz von Infrarotoptiken mit F/1-Konzeption und sehr hoher Lichtstärke ermöglicht das Erstellen von Thermogrammen, die frei von unerwünschten Warmblendeneffekten oder Bildinhomogenitäten sind. Der speziell entwickelte Kalibrieralgorithmus mit einer Haupt- und zwei Nebenkennlinien dient zur Kompensation schwankender Umgebungstemperaturen und ermöglicht wiederholgenaue Messungen auch bei wechselnden thermischen Verhältnissen.

INFRAtec.



Thermografiesystem der VarioCAM®-HD-Serie

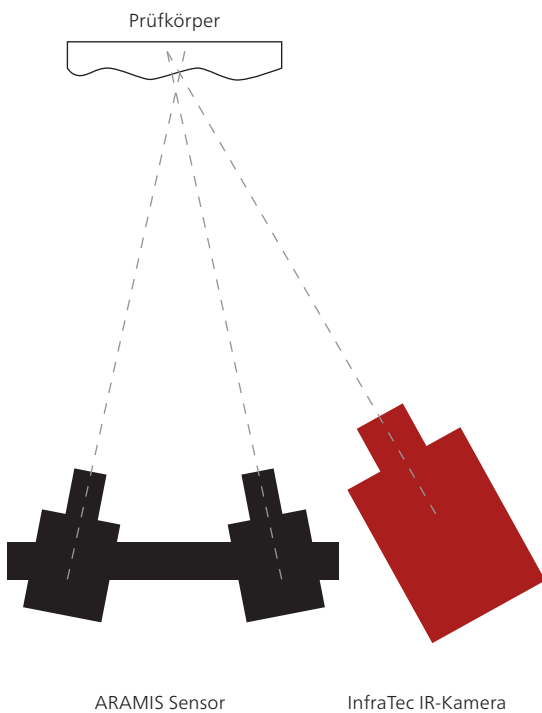
INFRAtec.



Thermografiesystem der ImageIR®-Serie

Die Steuerung und Datenspeicherung erfolgt über industrietaugliche Ethernet-Schnittstellen (GigE und 10 GigE). So können hochfrequente Infrarotsequenzen vollradiometrisch mit bis zu 105 kHz aufgenommen werden. Die Speicherung der Temperaturdaten erfolgt mit der X/Y-Koordinate. Aufgrund der verzögerungsfreien Triggerung ist eine Synchronisation mit externen Prozessen sowie externen Kameras möglich, was eine eindeutige Zuordnung der resultierenden Daten (Temperaturwerte und digitale Bilddaten) ermöglicht.

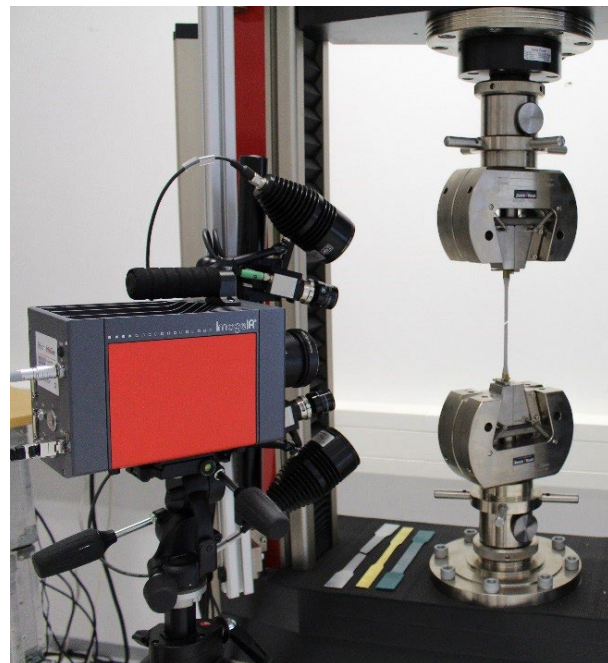
Das modulare Grundkonzept der Thermografiesysteme aus Optik-, Detektor- und Interfacemodul ermöglicht eine individuelle Systemkonfiguration und eine optimale Anpassung der Leistungsdaten an die jeweilige Aufgabenstellung. Die Leichtmetallgehäuse mit den kompakten Bauformen und hohen Schutzgraden (bis IP67) erlauben eine leichte Integration in bestehende Systeme auch bei rauer Industrieumgebung.



Synchronisation

Um beide Messergebnisse miteinander kombinieren zu können, werden der ARAMIS 3D Sensor und die IR-Kamera auf den gleichen Bereich der zu messenden Probenoberfläche ausgerichtet und die Bildaufnahme beider Systeme durch ein elektrisches Triggersignal synchronisiert.

Die Temperatur- und 3D-Koordinatenergebnisse werden in der ARAMIS Professional Software zueinander ausgerichtet, sodass jeder gemessenen 3D-Koordinate ein Temperaturwert zugeordnet wird. Dadurch kann die Temperaturänderung ortsfest auf der Oberfläche über den gesamten Prüfzeitraum analysiert und in Verbindung mit 3D-Verschiebungen und -Oberflächendehnungen ausgewertet werden. Somit wird die separate Analyse von thermischen und mechanischen Verformungen ermöglicht.



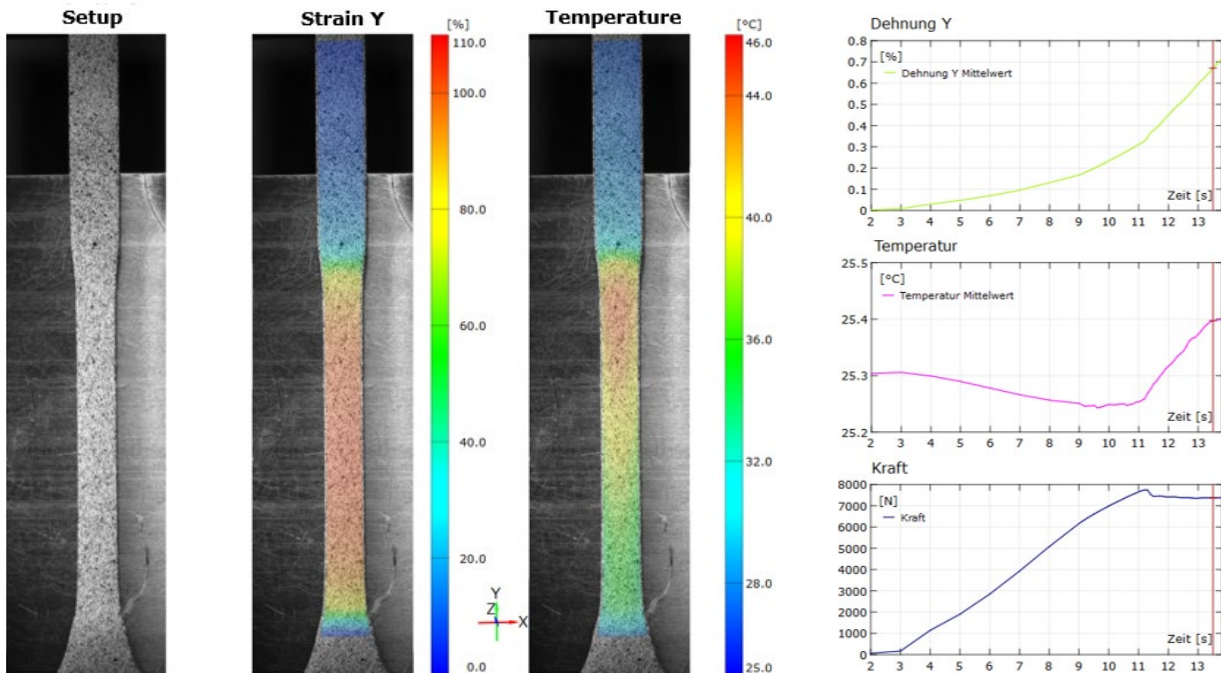
ARAMIS System und InfraTec IR-Kamera beim Zugversuch

Anwendungsbeispiel Zugversuch

Die Bestimmung von Materialparametern bei quasi-statischen Zugversuchen mit ARAMIS ist unter <https://youtu.be/2bmcLsGDcIM> beschrieben, sodass in diesem Anwendungsbeispiel nur auf weiterführende Ergebnisse aus der Kombination von ARAMIS und Thermografie eingegangen wird. Beim quasistatischen Zugversuch ermöglicht die Kombination beider Messverfahren eine synchronisierte und ortsgebundene Analyse der Dehnungsergebnisse mit der Temperatur der Probenoberfläche.

Während der Anfangsphase des Zugversuchs (elastischer Dehnungsbereich und kurz danach, Diagramm oben) lässt sich mithilfe der thermografischen Auswertung bei größer werdender Verformung eine Abkühlung der Probe aufgrund des thermo-elastischen Effekts feststellen (Diagramm in der Mitte).

Im weiteren Versuchsverlauf kommt es dagegen durch die Verformungsarbeit im plastischen Verformungsbereich zu einer stetigen Erwärmung der Probe bis hin zum Bruch.

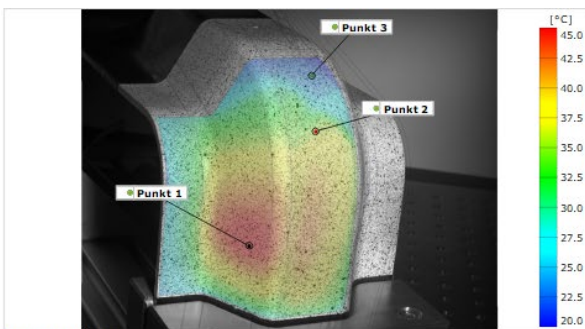
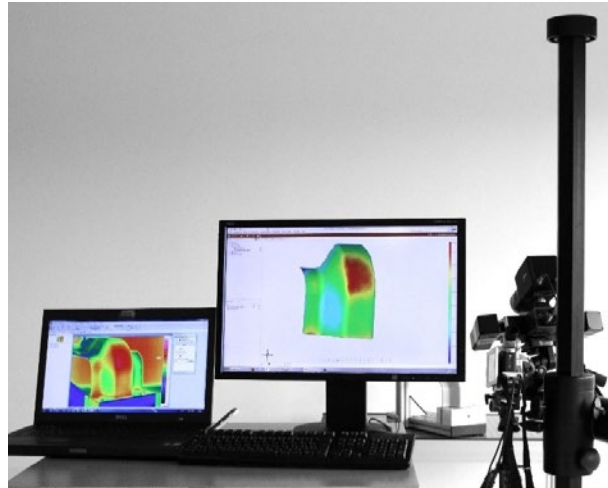


Anwendungsbeispiel Komponentenversuch

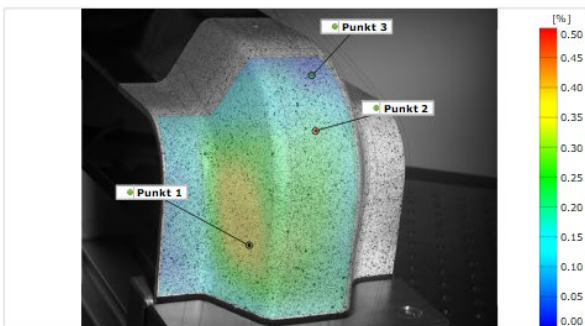
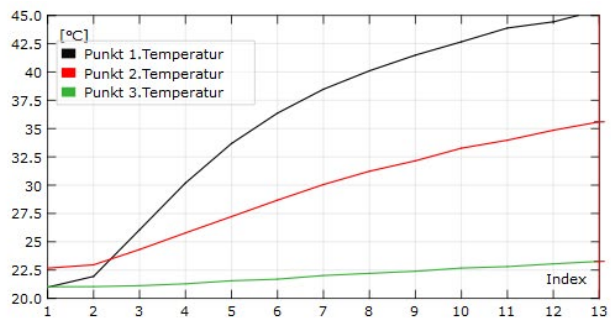
Im Bereich des Komponenten- bzw. Bauteilversuchs lassen sich das GOM ARAMIS System und InfraTec Infracameras in gleicher Weise anwenden, um wertvolle Informationen über das thermische und mechanische Bauteilverhalten zu gewinnen, sodass die Temperatur-

und Verformungsdaten für die Validierung von numerischen Simulationen herangezogen werden können.

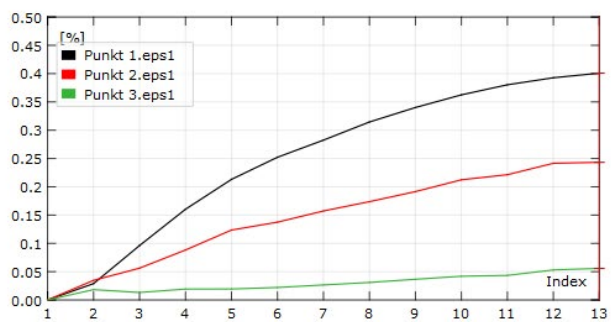
Weiterführende Informationen zur Validierung von numerischen Simulationen finden Sie im GOM Webinar unter: <https://youtu.be/TbLlv4Ckh3E>



Temperatur



Hauptformänderung



InfraTec

1991 gegründet, bietet die inhabergeführte Dresdner Firma InfraTec GmbH ein breites Spektrum hochwertiger, innovativer Produkte und Leistungen im Bereich der Infrarot-Technologie an. Ca. 200 Mitarbeiter betrachten die Ansprüche des Marktes als Herausforderung, der sie mit fundierten Fachkenntnissen, täglichem Engagement sowie hohem Qualitätsbewusstsein gerecht werden. Optimale Beratung, beispielhafter Service und individuelle Produktgestaltung durch interne Entwicklungs- und Fertigungskapazitäten werden eingesetzt, um die Anforderungen der Kunden bestmöglich zu erfüllen und damit ihren nachhaltigen Erfolg zu unterstützen.

GOM

GOM entwickelt, produziert und vertreibt Software, Maschinen und Anlagen für die 3D-Koordinatenmesstechnik und das 3D-Testing auf Basis neuester Forschungsergebnisse und innovativer Technologien. Mit über 60 Standorten und mehr als 1.000 Messtechnik-Spezialisten garantiert GOM eine fundierte Beratung sowie weltweiten Support und Service. Mehr als 14.000 Systeminstallationen optimieren die Produktqualität und Abläufe der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrtindustrie und der Konsumgüterindustrie.