

Messung der Faserorientierung in Faserverbundbauteilen mit AVS 3D-System

Die Apodius Vision Systems (AVS) sind erste Wahl in der Produktion trockener Faserverbundbauteile und wurden bisher in der Automobilindustrie vor allem zur Maschineneinstellung und statistischen Prozesskontrolle eingesetzt. In den letzten Jahren wurde die AVS Familie bereits um das System AVS Custom ergänzt, sodass nun kundenindividuell zugeschnittene Lösungen für die Produktionsintegration, die direkte Maschinenintegration, den Umgang mit neuartigen Materialien sowie kundenspezifische Fehlererkennungsaufgaben zum Angebot des Unternehmens gehören.

Dieses Jahr präsentiert Apodius sein neues AVS 3D-System und bringt damit das Standard AVS in die dritte Dimension. Kombiniert mit einem Roboter oder einem anderen globalen Referenzsystem können komplette Faserstrukturen digitalisiert werden. Die Stärke der von Apodius entwickelten Messtechniklösungen ist der modellbasierte Ansatz, der die AVS-Messsysteme mit der für den Einsatz in der Produktion benötigten Robustheit ausstattet und daher nicht auf Labor- oder spezielle Umgebungsbedingungen beschränkt ist. Das AVS 3D geht noch einen Schritt weiter: Ein Laserlichtschnittsensor wurde integriert und über ein maßgeschneidertes Modell zur Sensordatenfusion mit dem AVS kombiniert.

Die Digitalisierung von Faserstrukturen mittels optischer Messsysteme ist vor allem bei Carbonfasern auf Grund anspruchsvoller optischer Merkmale eine große Herausforderung. Spezielle Beleuchtungsaufbauten werden benötigt, um die besonderen Reflexionseigenschaften verarbeiten zu können. Während in Faserrichtung spiegelnde Reflexionen auftreten, können senkrecht dazu diffuse Reflexionen beobachtet werden. Insgesamt führen diese Fasergewebe- und Textilstrukturen dazu, dass heutige 3D-Digitalisierungssysteme ohne bauteilerstörende Oberflächenvorbereitungen versagen oder nur sehr ungenau arbeiten.

Für den Umgang mit komplexen Faserstrukturen verwendet AVS 3D eine bereits vom AVS Standardsystem bekannte spezielle diffuse Beleuchtung. Entscheidend ist aber die Auswahl der richtigen Kombination von Textur- und Geometriemessungen. Um die 3D-Digitalisierung zu ermöglichen, wurde das AVS mit einem Laserlichtschnittsensor kombiniert. Weil an die Verarbeitung der von verschiedenen Sensoren bereitgestellten Messdaten zu Textur, Faserorientierung und Geometrie hohe Anforderungen gestellt werden, wurde zusätzlich ein Modell zur Datenfusion implementiert. Wenn nun Informa-

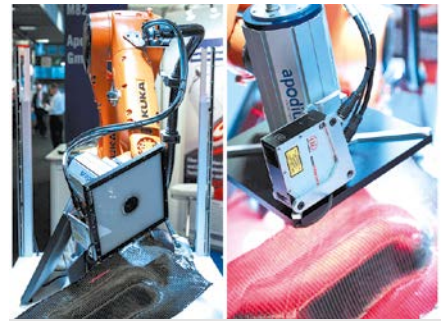
tionen des Faserverlaufs generiert werden, gewährleistet eine neue Aufnahmetechnik eine erfolgreiche Modellierung. Bei der neuartigen Technik der beschriebenen Sensordatenfusion spielt der Laserlichtschnittsensor eine untergeordnete Rolle.

Die roboterbasierte AVS 3D-Lösung besteht aus Standardkomponenten und ermöglicht Apodius-Kunden bereits ein vollautomatisches Scannen ihrer Bauteile. Die geforderten Haupteigenschaften sind die dreidimensionale Geometrie und die lokalen Faserorientierungen der Bauteile. Die Ergebnisse werden direkt zurück in die Simulation und das Leichtbaudesign des Kunden gebracht, so dass Fasermaterial eingespart wird. Ein globales Referenzsystem wie z. B. ein Roboter mit präziser Positions- und Ausrichtungsgenauigkeit ist nötig, um lokale Geometrie- und Faserorientierungsmessungen zu kombinieren und komplette Bauteile oder Baugruppen zu digitalisieren.

Um den Sensor vom exzellenten AVS Standardsystem für 2D-Orientierungsmessungen in die dritte Dimension zu bringen, wurden Softwaremodule für die Digitalisierung und die Hand-Auge-Kalibrierung entwickelt. Speziell die Kalibrierung des Systems ist sehr anspruchsvoll. Untersuchungen gemäß GUM (ISO/IEC Guide 98-3:2008: Messunsicherheit) zeigen außerordentliche Ergebnisse. So können Messungen in der Ebene mit einer Genauigkeit von bis zu $\pm 0,1^\circ$ gewährleistet werden. Abweichungen bei den Geometriemessungen liegen bei $\pm 0,1$ mm.

Bisher sind die ersten, mit verschiedenen Materialien durchgeführten Studien sehr vielversprechend. Sie führen zu dem Schluss, dass 3D-Faserorientierungen für komplexe textile Strukturen mit einer Unsicherheit von $\pm 0,3^\circ$ messbar sind.

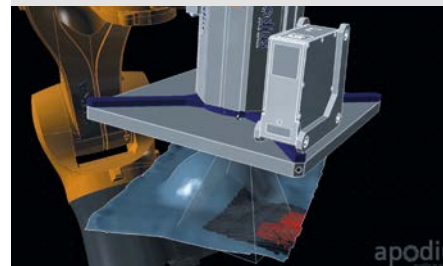
Seit Beginn der AVS Produktserie konzentriert Apodius seine Forschung und Entwicklung darauf, den Anforderungen der Automobilbranche mit Faserorientierungstoleranzen in Strukturverbundbauteilen von $\pm 3^\circ$ bis $\pm 5^\circ$



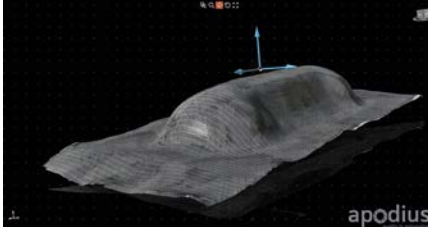
*Hauptmerkmale des AVS 3D:
Geometrieerfassung mittels Laserlichtschnitt-Sensor (l.); Oberflächenerfassung und Faserorientierungsmessung (r.)*



Die AVS-Software bietet gleichzeitige Echtzeit-Virtualisierung des Messvorgangs und den Soll-Ist-Vergleich der aufgenommenen und angezeigten Ist-Geometrie mit den hinterlegten CAD-Daten.



Die erfasste Bauteiloberfläche wird mit den Texturinformationen überlagert. Lokale Faserorientierung werden berechnet, mit Vorgabewerten verglichen und die Ergebnisse angezeigt. Bereiche, in denen Abweichungen die hinterlegten Toleranzen überschreiten, werden farblich markiert.



Die Messergebnisse werden in einem exportierbaren 3D-CAD-Modell einschließlich Oberflächentopografie, Textur und lokaler Faserorientierung bereitgestellt.

gerecht zu werden. Die „Goldene Regel“ der Messtechnik besagt als Faustregel, dass die Messungenauigkeit ein Zehntel, im Maximalfall ein Fünftel der Toleranz nicht überschreiten sollte.

Neben seiner hohen Genauigkeit zeichnet sich das AVS 3D besonders durch sei-

ne Flexibilität aus. Bereits in der Entwicklungsphase arbeitete das AVS 3D zuverlässig und ohne Genauigkeitsverlust bei verschiedenen Materialien und in unterschiedlichen Anwendungen. Der Mehrwert, generiert aus den Messungen, ist entscheidend für die Kostenreduktion in Produktentwicklung und Produktion. Die valide verfügbaren Simulationsergebnisse können in ein konsistentes Leichtbaudesign rückgeführt werden. Denn noch immer gibt es in der Produktion textiler Faserstrukturen viele manuelle Handlungsabläufe ohne die Möglichkeit, Fehler nachzuweisen oder rückzuverfolgen.

Die Kunden von Apodius haben bereits festgestellt, dass die aus den Messungen generierten Erkenntnisse ihre hochqualitativen Bauteile noch wertvoller machen können. Neben reduzierten Zykluszeiten wird eine re-

produzierbare Produktqualität erreicht und dadurch Ausschuss- und Nacharbeitsraten gesenkt. Mit dem AVS und jetzt dem AVS 3D können stabile Prozesse erreicht werden. Die bisher notwendige Überdimensionierung von Komponenten entfällt und zusätzlich wird die Produktion durch Material- und Zeiterparnisse unmittelbar effizienter.

Weitere Informationen:

Alexander Leutner,

Geschäftsführung,

Apodius GmbH,

Aachen,

Telefon +49 (0) 2 41/56 52 06 09-0,

E-Mail: info@apodius.de,

www.apodius.de