© Mike König Photography

Messtechnik bei Hochleistungs-Kunststoffen

Multisensorik schließt Lücke zwischen Bauteil und Werkzeug

Hochleistungs-Thermoplaste ersetzen in anspruchsvollen Anwendungen zunehmend metallische Bauteile. Bei Gapi in Rösrath verändert das auch die Qualitätssicherung: Engere Toleranzen, komplexere Form- und Lagetoleranzen sowie filigrane Geometrien erfordern Messstrategien, die optische, taktile und laserbasierte Verfahren kombinieren.

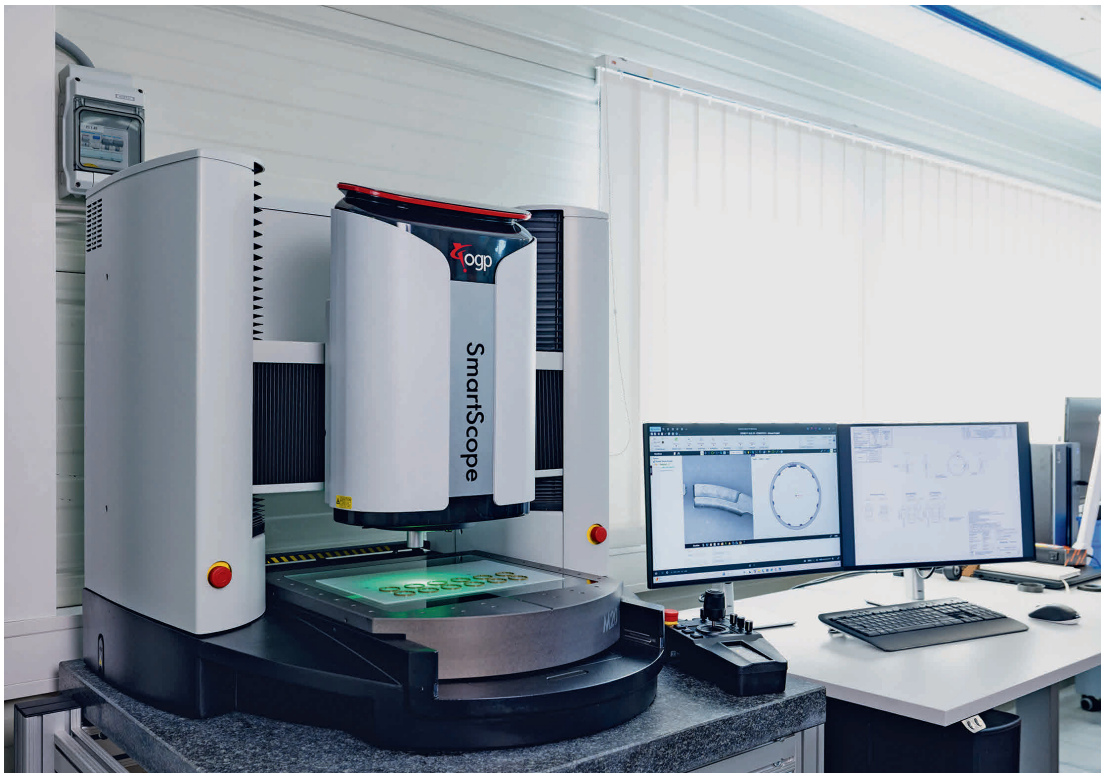
Simon Tischer

Die Anforderungen an technische Bauteile in industriellen Anwendungen verschieben sich kontinuierlich in Richtung extremerer Belastungsgrenzen. Wo traditionelle Werkstoffe wie Metalle aufgrund von Gewichts-, Kosten- oder Designvorgaben an ihre Grenzen stoßen, übernehmen zunehmend Hochleistungs-Thermoplaste die Schlüsselrollen. Die Verarbeitung dieser Materialien erfordert jedoch ein tiefgehendes Prozessverständnis und stellt insbesondere die Qualitätssicherung vor völlig neue Aufgaben. Bei Gapi hat man sich auf diese High-End-Nische spezialisiert. Das Unternehmen verarbeitet Kunststoffe, die sich an der Spitze der Werkstoffpyramide befinden: Polyamidimid (PAI) sowie Polyetheretherketon (PEEK) bekannt unter den Markennamen Torlon und KetaSpire, bei Gapi als PAI Glon und PEEK GSpire.

Die Werkstoff-Herausforderung

Die thermoplastische Verarbeitung von PAI und PEEK unterscheidet sich fundamental vom klassischen Spritzguss. Häufig gelangen Projekte zu Gapi, die ursprünglich für

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.



Das Multisensor-Koordinatenmessgerät OGP SmartScope M20 im Einsatz bei Gapi.

© Mike König Photography

metallische Komponenten ausgelegt waren und entsprechend enge Toleranzanforderungen zugrunde legen, die für Metallbauteile üblich sind. Auf Kunststoffbauteile lassen sich diese jedoch nur eingeschränkt übertragen. Auch nach Rücksprache mit den Kunden bewegt sich die Fertigung regelmäßig im Bereich weniger Hundertstel-Millimeter – für ein Material mit inhärenten Schwindungs- und Verzugseinflüssen eine enorme messtechnische Hürde.

Ein entscheidender Faktor ist die werkstoffspezifische Nachbehandlung: Nach dem Spritzguss folgt ein zeitintensiver Polymerisationsprozess (Tempern), bei dem das Bauteil seine finale mechanische Belastbarkeit, thermische Beständigkeit und tribologischen Eigenschaften erhält – begleitet von einer signifikanten dimensionalen Veränderung. Um diesen Effekt zu beherrschen, setzt Gapi auf ein zweistufiges Prüfkonzept: Die „Grünlingsprüfung" direkt nach dem Spritzguss deckt Abweichungen im Werkzeug oder Urformprozess frühzeitig auf, bevor Ausschuss entsteht. Nach der thermischen Nachbehandlung dokumentiert die finale Endprüfung die Einhaltung der engen Kundentoleranzen unter Serienbedingungen.

Die Kernkompetenz von Gapi liegt in anspruchsvollen tribologischen Anwendungen mit gleichzeitiger Reibung, Verschleiß und hoher thermischer Belastung. Neben der dimensionalen Messtechnik betreibt das Unternehmen dafür tribologische und Dauerlaufprüfstände, auf denen Drehzahlen, Drücke und Temperaturschwankungen realitätsgetreu simuliert werden – bis hin zu eigenen anwendungsspezifischen Modifikationen an den Werkstoffen für extrem beanspruchte Anlaufscheiben. Wie wichtig diese Kombination aus Werkstoffexpertise und schneller Reaktionsfähigkeit ist, zeigte sich, als eine metallische Komponente bei einem OEM-Prestigemodell im Langlauftest versagte: Gapi überführte das Bauteil kurzfristig in ein kunststoffgerechtes Torlon-PAI-Design, setzte es werkzeugtechnisch um und validierte es messtechnisch – und bewahrte so den Serienstart.

Als IATF-16949-zertifizierter Automobilzulieferer muss bei Gapi jedes Messgerät im Messraum lückenlos DAkkS-kalibriert sein. Zugleich steigen die Anforderungen an das Personal: Da Zeichnungen zunehmend auf Form- und Lagetoleranzen (GD&T) statt klassischer Längenmaße setzen, müssen Messtechniker komplexe geometrische Tolerierungsprinzipien fehlerfrei interpretieren. „Die Messtechnik ist letztlich eine Sprache, die wir und der Kunde gleichermaßen beherrschen müssen, um Messergebnisse belastbar vergleichbar zu machen", sagt Michael Grunewald, Leiter des Qualitätsmanagements sowie der Anwendungstechnik bei Gapi.

›››

Messtechnik im Detail

- **System:** OGP SmartScope M20
- **Messbereich:** 300 x 300 x 250 mm
- **Kamera:** Volltelezentrische Optik mit 20-Megapixel-Kamerasystem
- **Taster:** Messender Taster (Scanningtaster SP25 mit 4-fach-Tasterwechselbrücke)
- **Laser:** TTL-Triangulations-Lasersensor („Through the lens")
- **Genauigkeit:** 1,8 + 5L/1000 µm
- **Partner:** Klostermann GmbH (Remscheid) für Vertrieb, Service und Applikation.

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

Christian Klostermann (links) hat die OGP SmartScope M20 an Gapi geliefert. Michael Grunewald (rechts) verantwortet dort das Qualitätsmanagement und die Anwendungstechnik. © Mike König Photography

Der Messraum im Wandel

Der rund 60 Quadratmeter große, klimatisierte Messraum bei Gapi spiegelt die technologische Evolution der industriellen Messtechnik wider. Das Fundament der optischen Bauteilvermessung bildeten über Jahre hinweg drei Profilprojektoren unterschiedlicher Gerätegenerationen. Diese Systeme zeichnen sich durch eine extrem schnelle und präzise Erfassung im sogenannten Durchlichtverfahren aus. Hierbei wird das Bauteil von unten beleuchtet, und die Optik erfasst präzise den entstehenden Schattenwurf. Dies eignet sich hervorragend für die schnelle Überprüfung von Außenkonturen, Durchmessern oder durchstoßenden Innengeometrien wie Bohrungen direkt in der Fertigung. Das ebenfalls verfügbare Auflichtverfahren stieß bei komplexen, dreidimensionalen Strukturen an funktionale Grenzen.

Ergänzt wurde dieser Messpark durch ein Profilometer, das auf dem Prinzip der Streifenlichtprojektion basiert. Dieses System ermöglicht es, Bauteiloberflächen flächig zu digitalisieren und topografische Abweichungen visuell darzustellen. Dennoch verblieb in der täglichen Praxis eine messtechnische Lücke: Beide Systeme stießen an ihre physikalischen Grenzen, sobald hochpräzise vertikale Kanten, tiefliegende Hinterschnitte oder Geometrien vermessen werden mussten, die in einem nahezu 90-Grad-Winkel zur optischen Achse stehen. In solchen Fällen bricht das Licht an den Kanten unsauber, was eine exakte optische Antastung unmöglich macht. Zudem mussten Messergebnisse aus verschiedenen Systemen mühsam manuell oder über externe Softwarelösungen zusammengeführt werden.

Multisensorik schließt Messtechnik-Lücke

Um diese messtechnische Lücke vollständig zu schließen und gleichzeitig die Effizienz im Messraum zu steigern, investierte Gapi in ein Multisensor-Koordinatenmessgerät vom Typ OGP SmartScope M20, geliefert und betreut durch den langjährigen Systempartner Klostermann aus Remscheid. Die Entscheidung für dieses System basierte auf der Erkenntnis, dass die hochkomplexen Geometrien der Kunststoffteile nicht mehr mit einer einzigen Sensorart vollumfänglich erfasst werden können. OGP gilt historisch als Pionier der Multisensorik und lieferte bereits 1986 das erste System aus, das Optik, Taster und Laser in einer einzigen Messmaschine vereinte.

Auch die SmartScope M20 kombiniert diese drei Welten in einer einzigen Aufspannung:

- **Optische Sensorik:** Eine hochauflösende Kamera mit flexiblem Auf- und Durchlicht sorgt für die schnelle, berührungslose Erfassung von Regelgeometrien auf horizontalen Ebenen.
- **Taktile Sensorik (Scanning-Taster):** Für die kritischen vertikalen Wände und verdeckten Kanten, bei denen die Optik versagt, kommt das taktile Tasterpaket zum Einsatz. Flächen werden mechanisch abgetastet, was eine vollwertige 3D-Koordinatenmesstechnik ermöglicht.
- **Laser-Höhenmessung:** Für hochpräzise Höhenprofile und berührungslose Messungen verfügt das System über einen integrierten Laser. Da die filigranen Kunststoffartikel von Gapi teilweise so feingliedrig sind, dass selbst die minimale Antastkraft eines mechanischen Tasters zu einer elastischen Verformung und damit zu verfälschten Messergebnissen führen könnte, bietet die berührungslose Laser-Messung hier einen enormen (Genauigkeits-)Vorteil.

Durch diesen Ansatz wird nicht das Ziel verfolgt, mehrere separate Messgeräte komplett zu ersetzen, sondern die Messaufgaben eines Bauteils in einem einzigen, konsistenten Ausrichtkonzept und in einer einzigen Aufspannung abzuarbeiten. Das spart Rüstzeiten, eliminiert Umspannfehler und bündelt sämtliche Messdaten in einem einzigen Datensatz.

Proaktive Verschleißanalyse

Ein wesentlicher strategischer Vorteil der OGP SmartScope M20 liegt bei Gapi in einer Anwendung, die über die reine Bauteilvermessung hinausgeht: der proaktiven Analyse der Spritzgusswerkzeuge. Gapi verfügt im eigenen Haus über einen hochqualifizierten Werkzeugbau. Bisher wurden Werkzeuge primär direkt auf den dortigen Werkzeugmaschinen vermessen. Dies brachte jedoch gravierende Nachteile mit sich: Während der Messung blockierte das Werkzeug die teure Produktivmaschine, wodurch wertvolle Maschinenkapazität gebunden wurde. Zudem steigen die Anforderungen an eine reproduzierbare, dokumentierte und methodisch abgesicherte Vermessung stetig. Das neue Messmittel ergänzt die hohe Werkzeugbaukompetenz um eine eigenständige, präzise und standardisierte messtechnische Bewertung.

Mit der Inbetriebnahme der SmartScope M20 in der Qualitätssicherung wurde eine direkte datentechnische Rückkopplungsschleife zur Anwendungstechnik und

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

Michael Grunewald und Christian Klostermann im Gespräch mit dem Gapi-Anwendungstechniker Thomas Ptaschlik (v.l.). © Mike König Photography

zum Werkzeugbau etabliert. Da das System dank seines Tasterpakets eine vollwertige 3D-Koordinatenmessmaschine ist, können nun verschlissene oder modifizierte Werkzeugeinsätze direkt in der QS vermessen werden. Die Qualitätssicherung führt detaillierte Verschleißanalysen durch und spiegelt die Ergebnisse an die Anwendungstechnik zurück. Fragen wie „Wo verändert sich das Werkzeug unter dem hohen Druck und den extremen Temperaturen der PAI-Verarbeitung?“ oder „Wie müssen wir die Kavitäten modifizieren, um die Standzeiten zu erhöhen?“ lassen sich dadurch präzise und datenbasiert beantworten. Diese enge Verzahnung minimiert Korrekturschleifen beim Bemustern neuer Werkzeuge drastisch.

Software-Integration im Fertigungsalltag

Die Leistungsfähigkeit einer Multisensor-Maschine steht und fällt mit der zugrundeliegenden Software. Gapi nutzt auf der SmartScope M20 die Messsoftware Zone 3. Diese Softwareplattform zeichnet sich dadurch aus, dass sie sämtliche Sensoren, Kamera, Taster und Laser, unterstützt. Es ist im laufenden Messprogramm nicht mehr erforderlich, Systeme herunterzufahren oder Schnittstellen neu zu konfigurieren. Der Wechsel zwischen optischer Antastung, Laserscan und taktilem Messpunkt erfolgt vollautomatisch. Zudem entspricht die Auswertungs-Engine den aktuellen DIN ISO- und ASME-Standards, was die weltweite Konformität der Messprotokolle im Automobilsektor und in der Medizintechnik garantiert.

Datenbasis und künstliche Intelligenz

Das Thema Digitalisierung und der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) in der Qualitätssicherung wird bei Gapi mit großem Interesse, aber auch einer gewissen Zurückhaltung beobachtet. Die Tücke liegt bei Gapi im Detail des Werkstoffs.

Viele kommerziell verfügbare KI-Lösungen zur Prozessoptimierung sind auf Standard-Kunststoffe wie Polyamide (PA) oder Polypropylen (PP) trainiert. Ein Hochleistungs-Werkstoff wie Torlon PAI verhält sich im Spritzguss und insbesondere während des anschließenden Polymerisationsprozesses jedoch fundamental anders. Um hier verlässliche Vorhersagen über Maßhaltigkeiten treffen zu können, müssten die KI-Modelle mit großen, werkstoffspezifischen Datenmengen trainiert werden. Da sich Gapi in einer technologischen High-End-Nische bewegt, fehlen am Markt die standardisierten Use Cases. Der Fokus liegt daher aktuell darauf, eine saubere, strukturierte historische Datenbasis über den gesamten Messpark hinweg aufzubauen. Erst wenn diese Datenbasis absolut valide ist, wird Gapi den nächsten Schritt in Richtung automatisierter, KI-gestützter Prozessregelung gehen.

Fazit

Die Fertigung von Bauteilen aus PAI und PEEK an der Spitze der Werkstoffpyramide verzeiht keine Fehler. Das Beispiel Gapi in Rösrath demonstriert, dass Qualitätssicherung heute weit mehr sein muss als eine reine Kontrollinstanz am Ende der Produktionslinie. Durch die Investition in Multisensor-Messtechnik wie die OGP SmartScope M20 in Zusammenarbeit mit Klostermann ist es dem Unternehmen gelungen, dimensionale Messlücken bei vertikalen Geometrien zu schließen und gleichzeitig den sensiblen Urformprozess sowie den Werkzeugbau messtechnisch zu durchleuchten. ■

INFORMATION & SERVICE

ANWENDER

GAPI Technische Produkte ist spezialisiert auf die Entwicklung, Fertigung und den Vertrieb anspruchsvoller Bauteile und Baugruppen aus Hochleistungskunststoffen wie PAI GLon und PEEK GSpire. Diese Werkstoffe basieren auf den Hochleistungspolymeren Torlon PAI und KetaSpire PEEK.

ANBIETER

OGP (Optical Gaging Products) gehört zu Quality Vision International Inc (QVI), einem weltweit agierenden Anbieter, der seit 1945 Präzisions-Multisensormesssysteme für die industrielle Qualitätskontrolle entwickelt und herstellt. Zu den OGP-Produkten gehören neben Multisensor-Messgeräten auch Wellenmesssysteme, 3D-Scansysteme und Messgeräte zur Unterstützung der Großserienfertigung.

VERTRIEB UND INTEGRATION

Als Werksvertretung marktführender Hersteller verkauft Klostermann exklusiv in NRW 3D-Messmaschinen. Das Angebot umfasst taktile und optische Messmaschinen, Highspeed-Digitalisiersysteme, Verzahnungsmessgeräte sowie Röntgen und CT-Anlagen. Sämtliche Dienstleistungen wie Inbetriebnahmen, Kalibrierungen, Grund- und Individualschulungen sowie Lohnmesstechnik runden das Angebot ab.

KONTAKT

OGP Messtechnik GmbH
www.ogp-messtechnik.de
Klostermann Ingenieurbüro
und Vertriebsgesellschaft mbH
T +49 2191 60 90 4-0
www.lohnmesstechnik.de

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.