



Prozessüberwachung par excellence: Am zentralen Dashboard hat EKT-Produktionsleiter Dennis Friesen jederzeit alle Maschinendaten im Blick.
Bild: Georg Kälble

Trendbeitrag

100 Prozent sind nie genug!

Robust, zuverlässig, formschön, kostengünstig – die Ansprüche an Kunststoffspritzgussteile sind hoch. Wie stellen sich die Hersteller den Herausforderungen und welche Rolle spielt die Prozessüberwachung dabei?

Kunststoffspritzgussteile haben mehr Beachtung verdient, denn in Sachen Design, Funktion und Präzision wird von diesen manchmal etwas unscheinbaren Komponenten viel verlangt. Hohe Erwartungshaltung auf Kundenseite, steigender Kostendruck trotz explodierender Energiekosten und fehlende Fachkräfte sind für die Hersteller wie die EKT GmbH aus Bad Salzuflen täglicher Ansporn zu neuen Höchstleistungen. Das Unternehmen produziert mit 420 Mitarbeitern thermoplastische Präzisionsteile, Module und ganze Systeme, die unter anderem in der Hausgeräte- und Medizintechnik eingesetzt werden.

Prüfen, prüfen, prüfen

Das EKT-Team – es gewann 2022 den ‚Großen Preis des Mittelstandes‘ – hat dabei ein festes Ziel vor Augen: „Wir versuchen, die Qualität unserer Produkte auf dauerhaft hohem Niveau zu halten und permanent zu steigern“, sagt Geschäftsführer Volker Scheffels. Produktionsleiter Dennis Friesen ergänzt, dass die Prozessüberwachung dabei eine zentrale Rolle spiele.

Topqualität beginnt bereits an der eigenen ‚Haustür‘. Schon im EKT-Wareneingang wird jede Sendung – ob Granulat oder später zu umspritzende Metallkomponenten – intensiv geprüft. Zuvor haben die Vorlieferanten ihre Waren fertigungsbegleitend geprüft und senden ih-

re Daten wie Prüfbescheinigungen (EN10204) an EKT. Weitere Checks erfolgen auf Basis von Normen, Datenblättern, technischen Zeichnungen und Mess- und Funktionschecks. Gelieferte Kunststoffgranulate, Klebstoffe und Additive werden nach verschiedenen Prüfkriterien, etwa das Fließverhalten, auf Konformität geprüft.

So geht Spritzguss

Beim Spritzgussverfahren spielen die Prozessüberwachung über alle Produktlinien hinweg eine entscheidende Rolle, erklärt Dennis Friesen, Produktionsleiter bei EKT. Zum besseren Verständnis eine kurze Funktionsbeschreibung am Beispiel einer Kunststoffspritzgussmaschine mit hydraulischem Antrieb:

Generell besteht die Spritzgussmaschine aus der Schließeinheit, dem Formwerkzeug, dem Maschinenbett, Schaltschränken, dem Bedienerterminal und der Plastifiziereinheit. Hier wird der zu verarbeitende Kunststoff homogenisiert, gefördert und von dort aus in das Werkzeug eingespritzt. Dies geschieht über eine im Schneckenzyylinder der Plastifiziereinheit befindliche Schneckenwelle. Das Granulat wird über einen Trichter zugeführt und durch die Schnecke zur Einspritzdüse befördert. Parallel wird der Kunststoff geschert, durch außerhalb des Zylinders liegende Heizbänder bei einer Temperatur von 320 °C geschmolzen, homogenisiert



und plastifiziert. Die so entstandene Formmasse wird bis zur Düse transportiert und davor gestaut. Dadurch verdichtet sich die Kunststoffschmelze und drückt die Schnecke zurück.

Beim Einspritzen wird die Schnecke axial zur Düse gedrückt. Die Rückstromsperre schließt sich und die Masse wird durch die Düse mit einem Druck von über 2000 bar ins Werkzeug gepresst. Nach dem Füllen des Werkzeuges schaltet die Maschine auf Nachdruck. Das ist nötig, um den Volumenschwund der Masse beim Aushärten auszugleichen. Nur so bleiben die Spritzgussteile maßhaltig und es kann eine optimale Beschaffenheit der Oberfläche erzielt werden.

Hydraulische Komponenten

Die Schließeinheit besteht aus zwei senkrecht zu sich stehenden Platten. Zwei Aufspannplatten tragen das Spritzgusswerkzeug. Durch eine Öffnung in der Mitte der Aufspannplatte wird die Düse an das Werkzeug angedockt. An die Aufspannplatte montierte Hydraulikzylinder, die Auswerfer, drücken das fertige Formteil aus dem Werkzeug. Die bewegliche Aufspannplatte wird auf mechanische, elektrische oder hydraulische Weise mit einem Druck von circa 210 bar auf die feste Platte zugefahren – die beiden Werkzeughälften sind verbunden. Bei den Schließeinheiten wird zwischen hydraulischen, teilhydraulischen (Kniehebel) und vollhydraulischen Versionen unterschieden. Das Maschinenbett dient als Hydraulikölbehälter, nimmt die Plastifizier- und Schließeinheit auf und beherbergt den Antrieb für die Maschinenhydraulik.

Prozessüberwachung per Touchscreen

Friesen führt zu einer Spritzgussmaschine vom Typ ‚Engel victory‘ und erklärt das Touchscreen-Display als zentrales Element der Prozessüberwachung. Die Menüführung ist übersichtlich. Der Bediener kann einzelne Maschinenbereiche oder Funktionen ansteuern und Einstellungen, zum Beispiel zur Maschinenkühlung, vornehmen.

Wichtige Prozesswerte sind die Zyklusgeschwindigkeit, Temperaturen (Kühlung, Heizbänder), Einspritz- und Druckwerte. Friesen erläutert, dass diese Werte bei EKT auf einem Server abgespeichert sind. Vor dem Produktionsstart werden sie geladen und automatisch überwacht. Die Maschine ‚denke mit‘ und ginge bei Abweichungen automatisch auf Störung. Logisch ist, dass diese Werte bei gleichen Artikeln identisch sein sollten. Dennoch gebe es über ein kleines Prozessfenster, das beim Erstbemustern des Spritzgussteiles festgelegt würde, etwas Spielraum für die Produktion. Dennoch würde die Qualität der produzierten Teile von der Qualitätssicherung mehrfach geprüft, sagt Friesen.

Die Maschinendaten werden bei EKT an das übergeordnete ‚Hydra‘-System von MPDV Mikrolab GmbH übermittelt. ‚Hydra‘ ist laut Hersteller ein plattformbasiertes Manufacturing-Execution-System (MES), mit dem unter anderem Fertigungsprozesse optimiert, Ausschussquoten reduziert und die Qualität verbessert werden kann. Die Vorteile des Systems aus Sicht von EKT: Über ‚Hydra‘ hat jeder Schichtverantwortliche Vollzugriff auf produktionsrelevante Daten. Kritische Maschinenzustände werden über große Monitore für

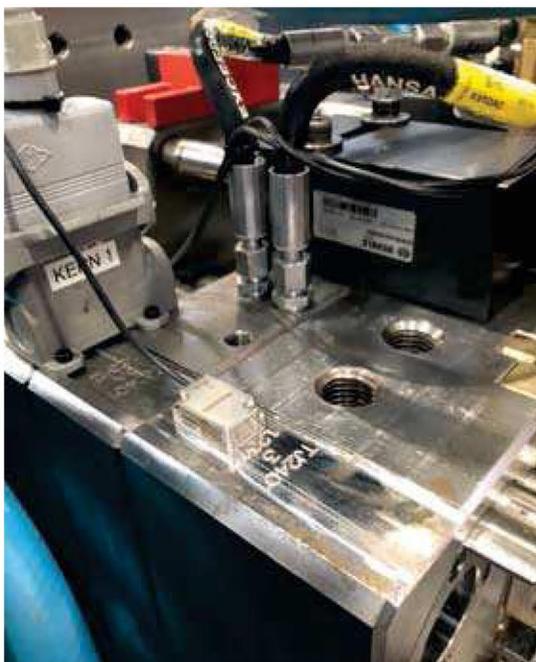
Links: ‚ComoNeo‘ von Kistler ist modulbasiert und bietet dem Anwender maßgeschneiderte Überwachungs- und Assistenzfunktionen während des Spritzgussprozesses.

Bild: Kistler

Rechts: Mit dem Sensor SCP08 von Parker können unter anderem der Schließ-, Einspritz- und Nachdruck an Spritzgussmaschinen gemessen werden, um Überwachungen und Regelungen zu realisieren.

Bild: Parker Hannifin

Links: Im Test bei EKT: Der Condition Monitoring-Sensor BCM0001 von Balluff erfasst und verarbeitet physikalische Größen wie Vibration, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Umgebungsdruck. Über IO-Link werden diese Daten an die Bedieneinheit geleitet. Bild: Georg Kälble



Rechts: Sensoren der Modellreihe ‚iV2‘ von Keyence...

Bild: Keyence



alle Mitarbeiter transparent dargestellt. EKT will das MES-System auch auf den tschechischen Standort Litolvel übertragen, damit der Betriebszustand aller Maschinen von jedem Punkt der Welt aus kontrolliert und der Daten- und Erfahrungsaustausch innerhalb des Gesamtunternehmens intensiviert wird.

Links: ...entdecken an Spritzgussmaschinen oder nachgelagerten Robotereinheiten Fehlerbilder, die vom menschlichen Auge kaum mehr zu erfassen sind.

Bild: Georg Kälble

Assistenzsysteme – Komfort und Sicherheit

Helfende Hände in Sachen Prozessüberwachung kommen von den Spritzgussmaschinenherstellern selbst. EKT setzt unter anderem das smarte ‚iQ‘-Assistenzsystem von Engel ein. Der österreichische Maschinenhersteller erklärt dazu: Über alle vier Phasen des Spritzgießprozesses – Plastifizieren, Einspritzen, Kühlen und Entformen – analysiert der ‚iQ process observer‘ kontinuierlich Hunderte von Prozessparametern. Die Ergebnisse werden sowohl in der CC300-Steuerung der Spritzgießmaschine als auch im Engel Kundenportal ‚e-connect‘ dargestellt. Durch permanenten Abgleich der Live-Daten mit vorherigen Zyklen erkenne die Software automatisch Abweichungen und vergleiche zusätzlich bestimmte Prozessparameter mit einem festgelegten Referenzzustand. Per Klartextmeldung würde der Maschinenbediener durch das System automatisch auf ungünstige

Prozesseinstellungen, -zustände und die dafür möglichen Ursachen hingewiesen, heißt es von Engel weiter.

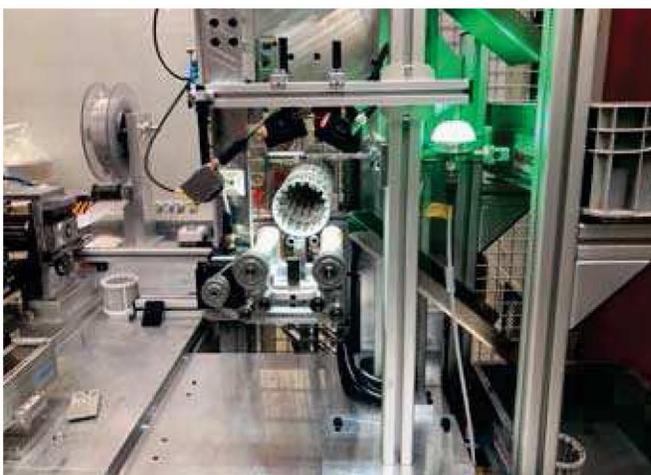
Laut Marktbegleiter Arburg ist die ‚Gestica‘-Steuerung an dessen ‚Allrounder‘-Spritzgießmaschinen mit verschiedenen Assistenzpaketen, z.B. dem ‚aXw control ReferencePilot‘ ausgestattet, der die Nachdruckkurve in Echtzeit über einen Drucksensor im Werkzeug regelt.

Das Unternehmen Kistler empfiehlt deren Prozess-Monitor ‚ComoNeo‘ für Hersteller hochwertiger Bauteile, die in sicherheitskritischen oder medizintechnischen Bereichen eingesetzt werden. Die Basis für die Prozessüberwachung bilden Werkzeuginnendrucksensoren, die hochsensibel Veränderungen des Prozesses erkennen. Neben der einfachen Überwachung der Signale mit ‚ComoNeo‘ bietet das System verschiedene Module wie etwa ‚ComoNeoPredict‘ zur modellbasierten Voraussage der Bauteilqualität mittels künstlicher Intelligenz.

Rechts: Die Gestica-Steuerung an den Arburg-Allrounder-Spritzgießmaschinen ist mit verschiedenen Assistenzfunktionen ausgestattet, die die tägliche Arbeit in der Produktion entscheidend vereinfachen. Bild: Arburg

Sensorik unterstützt die Prozessüberwachung

Die Sensorik spielt bei der Prozessüberwachung deshalb eine wichtige Rolle, weil der hochdynamische Spritzgießprozess von vielen, sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren abhängt. Dennoch versuchen die Maschinenhersteller, die Prozesse im Sinne der Bediener möglichst





einfach steuer- und regelbar zu halten. Arburg setzt beispielsweise das ‚ScrewPilot‘-System ein, das ohne zusätzliche Sensorik den Fluss der Kunststoffschmelze in das Werkzeug regelt. Grundlage ist die Position der Plastifizierschnecke. Den zusätzlichen Einsatz von Sensorik empfehlen die Arburg-Experten bei komplexeren Spritzgussprozessen, zum Beispiel bei Mehrkomponenten-Verfahren sowie beim Einsatz neuer Materialien. Arburg-Maschinen verfügen serienmäßig über ein leistungsfähiges Connectivity-Modul, das den OPC-UA-Standard verwendet. So könnten die Maschinen effizient mit anderen Systemen, beispielsweise Temperaturmessgeräten oder Prüfstationen, kommunizieren.

Das Unternehmen Engel erklärt, dass bei der Prozesskontrolle ebenfalls auf bestehende Maschinensensoren gesetzt werde. Diese können in Kombination mit den iQ-Produkten des Herstellers in vielen Anwendungen exakt die Kraftverläufe im Werkzeug messen. Grenzen habe dies allerdings generell bei Werkzeugen für Mehrfachformen, wo über die Maschinensensorik der Innendruck jeder einzelnen Kavität nicht mehr extra ermittelt werden könne. Für diese Fälle würden Schnittstellen zu Sensoren unterschiedlicher Hersteller angeboten, so Engel abschließend.

Arburg erläutert, dass bei ihren Maschinen unter anderem die Zentralschmierung am Kniehebel der Schließeinheit über verbrauchernahe Sensoren geregelt werde. Abstandssensoren an den Holmen der Schließeinheiten sorgen für eine präzise Werkzeugführung. Weitere Sensoren überwachen den Maschinenstatus. Das ermögliche laut Arburg ein nachhaltiges Condition Monitoring, da die Maschine sämtliche ihrer Komponenten auch diesbezüglich erkennen und überwachen könne. Friesen schätzt zudem die Kompetenz der Maschinenhersteller: „Unternehmen wie Engel sind ehrgeizig, das technische Konzept der Spritzgussmaschine genauestens auf unseren individuellen Bedarf abzustimmen.“

Qualität stets im Blick: Sensoren und Kameras
Der EKT-Produktionsleiter erklärt, dass Mithilfe von Kamerasystemen und Sensoren der bereits überdurchschnittliche Automatisierungsgrad weiter erhöht werde. Unter anderem kämen Sensoren der Modellreihe ‚iV2‘ von Keyence an den Spritzgussmaschinen und nachgelagerten Robotereinheiten zum Einsatz. Vom Hersteller

heißt es dazu, dass die Sensoren Fehlerbilder entdecken, die vom menschlichen Auge kaum mehr zu erfassen sind. Die künstliche Intelligenz (KI) im Vision-Sensor ist speziell für die Anwesenheits- und Differenzprüfung ausgelegt. Der Anwender registriert zunächst ein OK-Bild des jeweiligen Spritzgutes und stellt ein NG-Bild (NoGo) nicht akzeptabler Produkte dagegen. Werte wie Helligkeit, Fokus, Erkennung, Formen und Kanten werden automatisch von der KI des Sensors konfiguriert. Die Einstellvorgänge laufen über eine Auswerteeinheit mit integrierter Hochleistungs-CPU. Die sofortige OK/NG-Info kann der Bediener über die gut sichtbare LED am Sensorkopf erkennen. Die von den Sensoren ermittelten Daten werden dann über eine Schnittstelle direkt auf das Bedienterminal der Maschine überspielt, so das Unternehmen Keyence.

Dicht ist Pflicht!

Frank Schulz, Leiter Instandhaltung bei EKT, erklärt, dass Dichtheitsprüfungen einen wichtigen Beitrag zur effizienten, störungsfreien Produktion leisten. Tests werden wöchentlich an alle Maschinen im Bereich von Pneumatik, Hydraulik und am Kühlwassersystem der Spritzgussmaschinen durchgeführt und dokumentiert. Neben visuellen Checks gebe es Druckprüfungen. Ziel sei es, Leckagen zu vermeiden, eine zuverlässige und gleichmäßige Funktion zu ermöglichen und Verschleiss rechtzeitig zu erkennen.

Arburg empfiehlt deren ‚Action Plan: Energy‘, der umfassenden Service im Bereich Energieeffizienzberatung biete. Dazu analysieren die Arburg-Spezialisten vor Ort alle Komponenten der Gesamtanlage, um den Energieverbrauch zu dokumentieren und gesamtheitlich zu optimieren. Das umfasst auf Wunsch auch eine Schulung und somit Sensibilisierung der Bediener. Engel bietet mit ‚Engel care‘ Ähnliches: Von Hydraulikblöcken über Zylinder bis zu Drehdurchführungen wird das Aggregat im Detail auf Leckagen und beschädigte Schläuche geprüft. Es scheint, als kenne Prozessüberwachung nur Gewinner: Kunden wie Spritzgussunternehmen profitieren von gleichbleibend hoher Produktqualität bei stetig effizienter und nachhaltiger werdender Produktion. Das verschlankt den CO₂-Fußabdruck. Und in Sachen Produkthaftung bewegen sich die Spritzgussunternehmen auf rechtssicherem Parkett. rso ■

Autor: Georg Kälble

Links: Assistenzsysteme wie das ‚iQ process observer‘ von Engel unterstützen die Bediener von Spritzgussmaschinen bei der Prozessüberwachung.

Bild: Engel

Rechts: Permanente Prozessüberwachung ist ein Garant für die gleichbleibend hohe Qualität von Spritzgussteilen.

Bild: EKT