

Optimieren, aber richtig

Systematische Arbeitspunktoptimierung Die Produktion läuft und die Bauteile werden mit der benötigten Qualität gefertigt – dennoch ist man nicht zufrieden. Wer kennt nicht den Satz „Die Produktivität muss noch gesteigert werden – sagen wir um mindestens zehn Prozent“. Ein systematisches, Software-unterstütztes Vorgehen hilft bei der Erkennung des Optimierungspotenzials und bei der Umsetzung.

Elfo in Sachseln in der Schweiz produziert hochpräzise Kunststoffteile. Zum Portfolio gehören unter anderem Filter für Haushaltsgeräte; des Weiteren werden die Branchen Automobil, Weiße Waren sowie die Elektro- und Hygieneindustrie beliefert. Bei einem bereits eingerichteten Prozess – der Herstellung von Drosselscheiben – wollte Elfo die Zykluszeit reduzieren und wandte sich dafür an das Dienstleistungsunternehmen Stasa (Steinbeis Angewandte Systemanalyse). Ziel war es, bei Optimierung systematisch vorzugehen, um Zeit und Kosten zu sparen.

Eingefahrene Vorgehensweisen in Frage stellen

Bislang ist es üblich, den Arbeitspunkt der Fertigungsmaschine durch sukzessive Verändern der Maschineneinstellungen – Trial-and-Error – so lange anzupassen, bis alle Qualitätsvorgaben erfüllt sind. In der Einstellphase orientiert man sich dabei vorwiegend an seiner Erfahrung mit Bauteilen ähnlicher Größe, Werkstoffauswahl und der verwendeten Spritzgießmaschine. Hat die Serienfertigung wie im Falle Elfo bereits begonnen, wird es noch aufwändiger. Die Spritzparameter müssen variiert, Teile in jeder Einstellung gefertigt, vermessen und die Zykluszeit notiert werden. Erschwerend kommt hinzu, dass die Teile erst nach einigen Tagen Ruhepause ihren „Endzustand“ erreichen. Gegebenenfalls muss dann noch einmal eine Nachjustierung des Arbeitspunkts erfolgen. Die Kosten steigen. Ein Ausweg aus diesem Dilemma besteht in

der Einführung einer Systematik in die Arbeitspunktoptimierung – und zwar von Anfang an.

Die Einführung einer Systematik bedeutet, herkömmliche und eingefahrene Vorgehensweisen in Frage zu stellen und gegebenenfalls durch andere Verfahren zu ersetzen, die nachweislich und objektiv im Zusammenhang von Qualität, Zykluszeit und Maschineneinstellparametern den optimalen Arbeitspunkt für dieses Bauteil liefern. Optimal bedeutet, dass sich für das Bauteil keine andere Maschineneinstellung finden lässt, die eine gleich gute Qualität bei noch kürzerer Zykluszeit liefert.

Grundsätzlich sollten bei der Optimierung nicht nur die Parameter der Spritzgießmaschine, sondern auch das Werkzeug in Frage gestellt werden. Für Elfo ist das selbstverständlich. Neben der Spritzgießerei betreibt das Unternehmen einen eigenen Werkzeugbau. Gegebenenfalls müssen auch am Werkzeug

„Die Einrichter können die Abhängigkeiten beim Spritzgießprozess simulieren und gleich umsetzen.“

Hans-Ulrich Müller, Elfo

turen vorgenommen werden. Die Frage, ob diese tatsächlich zu einem besseren Ergebnis führen, lässt sich ebenfalls mit Hilfe einer Systematik leichter beantworten.

Die Software Stasa QC gibt solch eine Systematik vor. Mit diesem Programm kann sowohl in der

Einrichtungsphase als auch im laufenden Prozess der optimale Arbeitspunkt bestimmt werden. Basis ist eine systematische Versuchsauswahl (DoE, Design of Experiment). Die durchzuführenden Versuche werden vom System auf Basis der Einstellparameter der Spritzgießmaschine vorgeschlagen. Der Anwender hat die Möglichkeit diese Auswahl zu verändern und zu ergänzen. Wichtig dabei ist, dass die Bauteile sämtlicher Versuche bewertet werden und nicht ausschließlich die i.O.-Teile erfolgreicher Versuche. Üblicherweise findet eine Dokumentation der Zwischenschritte nicht statt, da die Bauteile ja nicht den Qualitätserfordernissen entsprechen. Dabei steckt auch in Bauteilen unzureichender Qualität wertvolles Prozesswissen. Auch diese Informationen werden benötigt, um die optimale Maschineneinstellung zu finden. Die nach dem Versuchsplan gefertigten Bauteile kommen zur Qualitätsbewertung in das Messlabor. Dort werden auch Merkmale wie Oberflächenglanz, Gratbildung oder Verzug bewertet. Für das Bewertungssystem lassen sich Schulnoten oder eine Gut/Schlecht-Einteilung zu Grunde legen.

Die so ermittelten Messwerte und attributiven Merkmale der Bauteile werden in die Software eingelesen. Damit verfügt diese über alle Informationen, die die Einstellphase betreffen. Zu jeder Maschineneinstellung des Versuchsplans sind die erhaltenen Bauteilmaße und deren Schwankungen sowie die attributiven Merkmale der Teile gespeichert. Auf



10,7 statt 13 Sekunden: Die Zykluszeit zur Herstellung dieser Drosselscheiben wurde reduziert.

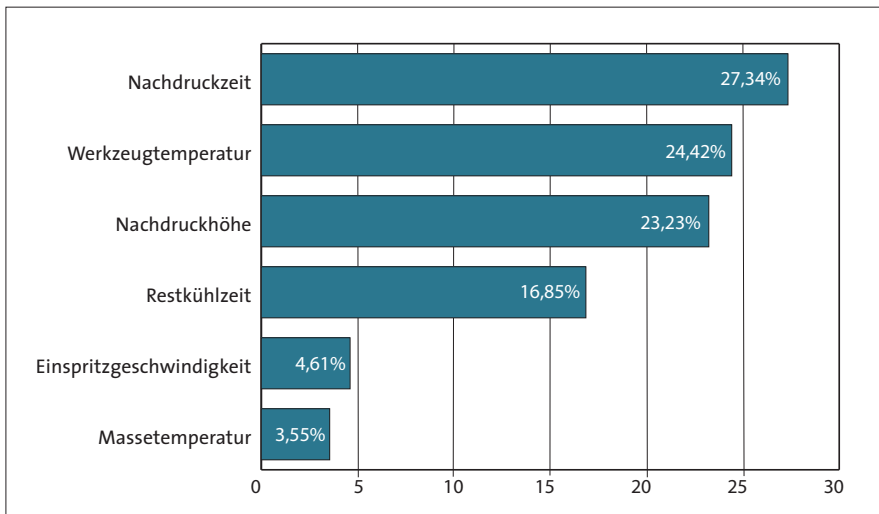
Autor

Prof. Dr. Günter Haag, Geschäftsführer, Steinbeis Angewandte Systemanalyse (STASA), Stuttgart

Kürzere Zyklen, weniger Ausschuss

Die Software speichert die Ergebnisse der Versuche und setzt darauf aufbauend neuartige Verfahren zur datengetriebenen Modellbildung ein. Durch Anklicken „Arbeitspunkt ermitteln“ errechnet das Programm die optimale Maschineneinstellung, bei der die Sollwerte der Qualitätsmerkmale bestmöglich erreicht werden. Dabei werden auch die statistischen Schwankungen der Bauteilmaße berücksichtigt. Der optimale Arbeitspunkt ist damit auch der stabilste, das heißt der Arbeitspunkt mit der geringsten Ausschussquote. Inwieweit Prozessfähigkeit bei der gefundenen Prozesseinstellung erwartet werden kann, wird ebenfalls errechnet.

Das System ermittelt unter anderem, wie groß der Einfluss der Maschinenstellgrößen auf die Qualitätsmerkmale der Drosselscheiben ist. Je länger der Balken, desto größer ist der Einfluss.



dieser Basis stellt die Software einen Zusammenhang zwischen der Maschineneinstellung und der Bauteilqualität her und setzt dafür neuartige Verfahren zur datengetriebenen Modellbildung ein. Diese wurden bei Stasa entwickelt und haben sich in Praxistests bewährt. Die lernfähigen Verfahren zeichnen sich durch große Robustheit und Anpassungsfähigkeit an die nichtlinearen Prozesse beim Kunststoffspritzgießen aus. Aus dem Zusammenhang zwischen Maschineneinstellung und Bauteilqualität ermittelt das Programm den optimalen Arbeitspunkt. Gleichzeitig wird bestimmt, wie stark die einzelnen Qualitätsmerkmale von den Maschinenparametern abhängen. So kann der Einrichter den gesamten Prozess bewerten.

sich zudem unnötige oder doppelt durchgeführte Versuche vermeiden. Durch die automatische Berichtsfunktion ist eine lückenlose Dokumentation des Einstellvorgangs gegeben. Ein automatisch erstelltes Protokoll belegt den gesamten Einstellvorgang sowie die Ergebnisse der durchgeführten Optimierung.

Werden darüber hinaus in der laufenden Fertigung Sensordaten über den Prozessverlauf erfasst, kann über das Zusatzmodul „Stasa QC Online Qualitätsnavigator“ eine Qualitätsprognose zu jedem kontinuierlichen und attributiven Qualitätsmerkmal für jedes gefertigte Bauteil erstellt werden.

Elfo hat für die Herstellung der Drosselscheiben mit Hilfe der Software den optimalen Arbeitspunkt gefunden. Die-

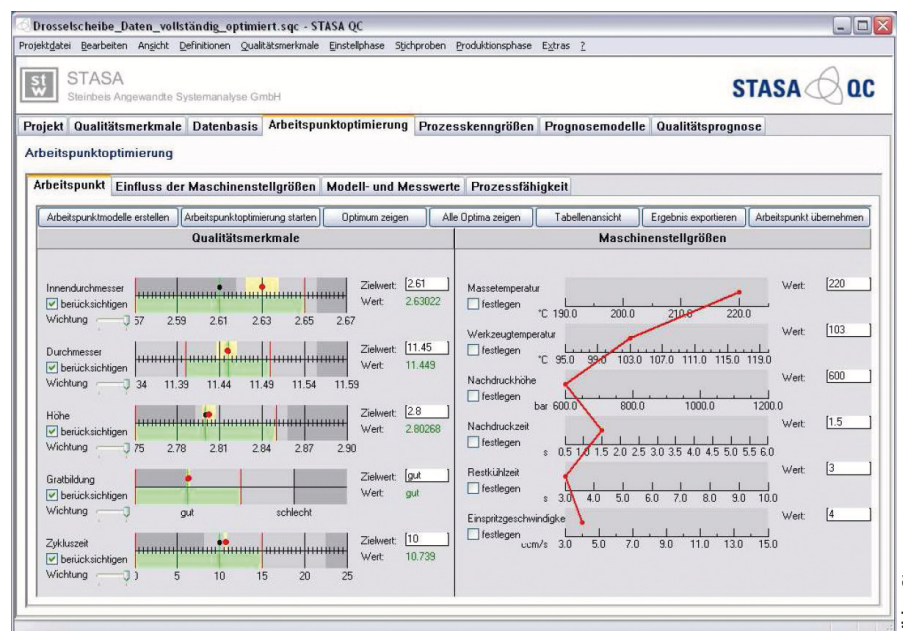
ser weist eine um 2,3 Sekunden bzw. 18 Prozent reduzierte Zykluszeit gegenüber der bisher als optimal erachteten Serieinstellung (13 Sekunden Zykluszeit) auf. „Die Investition in die Arbeitspunkt-Software zahlt sich bereits im ersten Jahr aus“, zieht Hans-Ulrich Müller, Leiter Technik & Qualitätsmanagement bei Elfo, Bilanz. „Ein weiterer Vorteil ist, dass die Bemusterer und Einrichter die Abhängigkeiten und Einflussgrößen beim Spritzgießprozess besser erkennen, simulieren und gleich umsetzen können.“

Die Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz der Software zeigen, dass auch bei bereits eingerichteten Spritzgießprozessen in der Regel eine Reduzierung der Zykluszeit um rund zehn Prozent möglich ist.

Auch bei laufenden Prozessen Zykluszeit reduzieren

Die Software simuliert den Spritzgießprozess. Die Stellgrößen lassen sich durch Anklicken mit der Maus und Verschieben interaktiv verändern und die Auswirkungen dieser Änderung auf jedes Qualitätsmerkmal direkt am Bildschirm verfolgen. Für die weiteren Versuche wird die Spritzgießmaschine selbst nicht mehr benötigt. Dies beschleunigt die Optimierung vor allem von bereits laufenden Prozessen. Durch die systematische Vorgehensweise über einen statistischen Versuchsplan und die Maschinenabbildung lassen

Interaktive Simulation der Änderung der Maschineneinstellung: Die Modellwerte der Qualitätsmerkmale sind als rote Punkte dargestellt. Das Toleranzband ist grün hinterlegt. Die gelben Balken geben die Prozessunsicherheit (Maß für die Streuung der Qualitätsmerkmale) an.



Bilder: Stasa