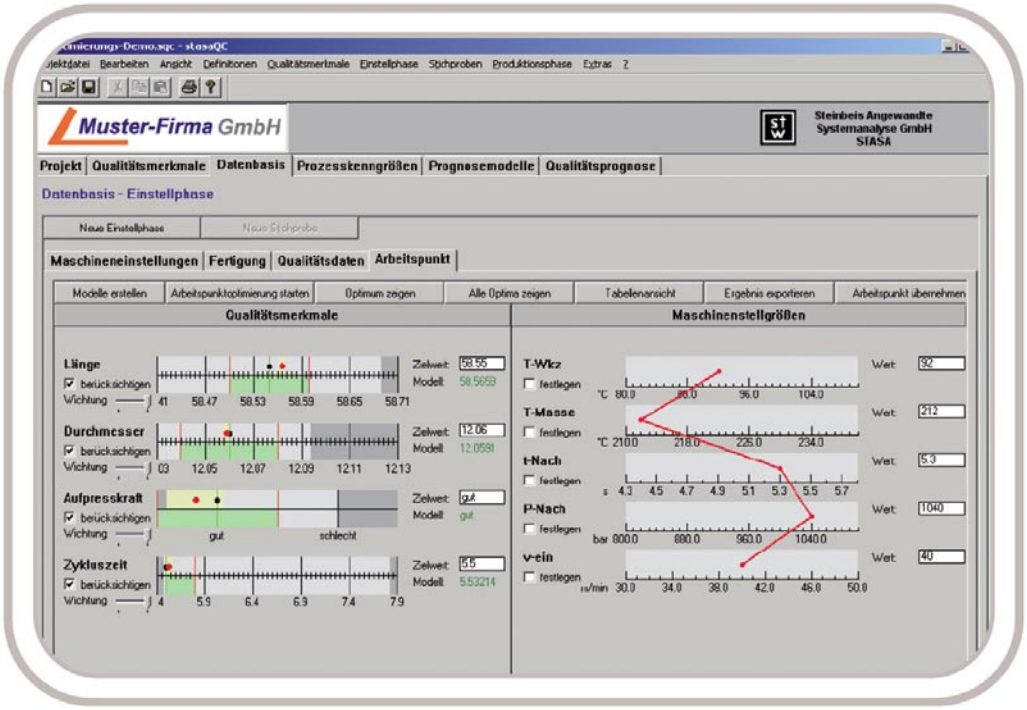
Arbeitspunktoptimierung und Online-Qualitätsprognose mit STASA QC

Auf den Punkt gebracht

Die gestiegenen Qualitätsanforderungen in der Fertigung machen den Einsatz innovativer, Software gestützter Systeme zur Arbeitspunktoptimierung und zur Qualitätsprognose unabdingbar, besonders im Hinblick auf Zeit- und Kosteneinsparungen verbunden mit einer Verbesserung der Energie- und Materialeffizienz. Durch den Einsatz der am Stuttgarter Steinbeis-Transferzentrum Angewandte Systemanalyse (STASA) entwickelten Software STASA QC lässt sich die Qualität der gefertigten Teile verbessern und gleichzeitig die Ausschussquote verringern. Das anwenderfreundliche Verfahren steigert damit die Energieeffizienz und trägt zudem zu einer Verbesserung des Prozessverständnisses bei.

Durch die zunehmende Miniaturisierung verbunden mit einer wachsenden funktionalen Komplexität der Produkte wachsen die Qualitätsanforderungen. Zahlreiche mittelständische Unternehmen haben sich inzwischen zu Systemlieferanten für eine international organisierte Just-in-Time-Produktion weiterentwickelt. Hohe Präzision und Funktionalität der Erzeugnisse sind deshalb heute ebenso entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg wie eine Optimierung der Betriebsabläufe. Neben dem steigenden Kostendruck durch die Globalisierung gewinnen dabei die steigenden Energie- und Materialkosten zunehmend an Bedeutung.



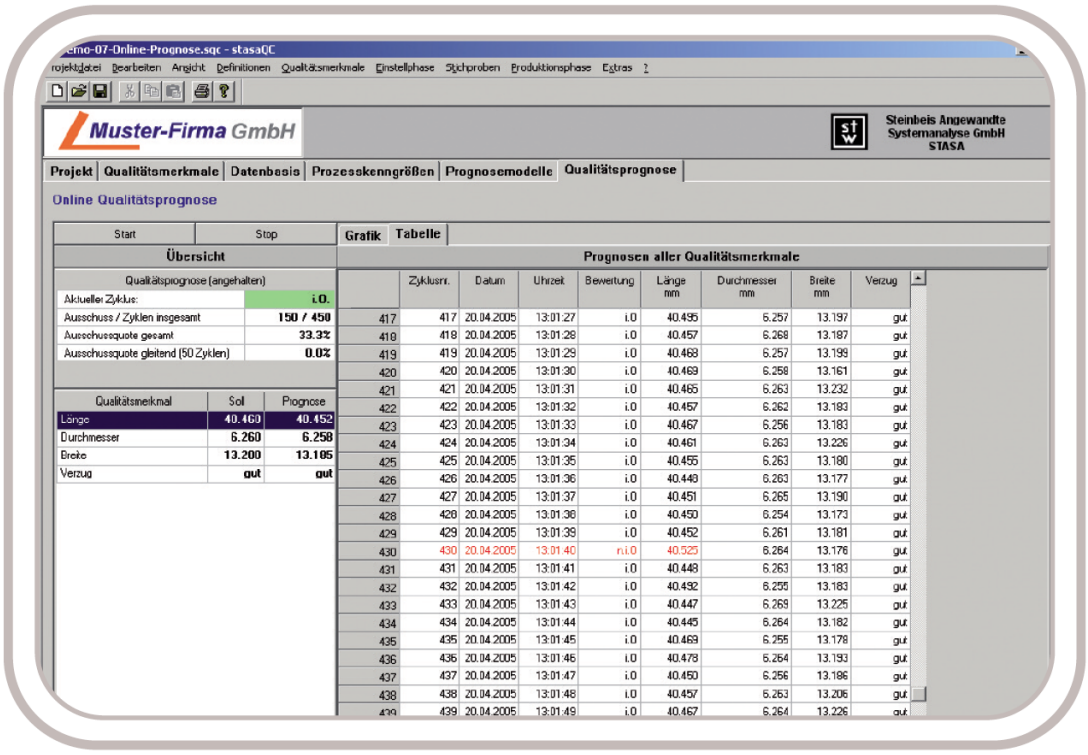
Arbeitspunktoptimierung

In vielen Fertigungsprozessen, beispielsweise beim Kunststoffspritzgießen, liegen bislang noch ungenutzte Potenziale zur Optimierung des Produktionsprozesses und zur Reduzierung des Energie- und Materialbedarfs. So fällt bei hohen Qualitätsanforderungen an das Endprodukt immer noch eine beträchtliche Ausschussproduktion an. Die Fehler sind meist die Folge von leichten Veränderungen an der Maschine mit der Zeit (Prozessdriften). Bereits geringste Abweichungen in der Produktqualität führen zur Aussortierung, also zu einem höheren Materialeinsatz und zu höheren Kosten.

Eine Wiederverwertung ist in vielen Fällen nicht möglich, insbesondere bei mehrkomponentigen oder beschichteten Bauteilen. Die herkömmliche stichprobenartige Überprüfung der Qualität kann zur Folge haben, dass eine subtile Störung im Produktionsprozess, die zu einer unzulässigen Abweichung der Qualitätsmerkmale von ihren Sollwerten führt, über mehrere Stunden oder Tage unerkannt bleibt. In der Folge müssen die in diesem Zeitraum gefertigten Teile als Ausschuss klassifiziert werden. Hinzu kommt häufig, dass der Prozess schon von vornherein nicht optimal im Hinblick auf Bauteilqualität und Fertigungszeit eingestellt ist, so dass auch bei ansonsten stabiler Prozessführung Einsparpotenziale bestehen.

Diese Einsparpotenziale bei Energie- und Materialkosten im Fertigungsprozess können nur voll ausgeschöpft werden, wenn die in der Fertigung und in der Einrichtungsphase gesammelten Informationen konsequent und systematisch genutzt werden. Bislang ist es üblich, den Arbeitspunkt der Fertigungsmaschine durch sukzessives Verändern der Maschineneinstellungen (Trial-and-Error) so lange anzupassen, bis die Qualitätsvorgaben erfüllt sind und die Serienfertigung gestartet werden kann. In der Regel findet eine Dokumentation der Vorgehensweise nicht statt, wichtige Informationen und Erkenntnisse gehen verloren. Das hat zur Folge, dass während des Einstellvorgangs oder bei einer notwendigen Veränderung des Arbeitspunkts

während der Fertigung unnötig viele Versuche unternommen werden müssen.



Dokumentation

Die Stuttgarter Experten am STASA haben die Software STASA QC entwickelt, mit der schon in der Einrichtungsphase der optimale Arbeitspunkt bestimmt werden kann und später in der laufenden Fertigung eine 100%-ige Überwachung der Qualität durch eine Online-Qualitätsprognose ermöglicht wird. Erreicht wird das durch die Einbeziehung von neuartigen Algorithmen zur datengetriebenen Modellbildung, die am STASA entwickelt und in der Praxis vielfach getestet wurden.

Das entwickelte Optimierungsverfahren ermittelt die Maschineneinstellung, bei der die Sollwerte der Qualitätsmerkmale bestmöglich erreicht werden können. Neben den Qualitätsmerkmalen kann die Zykluszeit bei der Optimierung berücksichtigt werden, um auch die Fertigungszeit zu minimieren. Damit wird der Energie- und Kostenaufwand während der Fertigung möglichst klein gehalten. Durch die systematische Vorgehensweise über einen statistischen Versuchsplan wird sichergestellt, dass zusätzliche Kosten und zusätzlicher Energiebedarf durch unnötige oder doppelt durchgeführte Versuche vermieden werden. Außerdem ist eine lückenlose Dokumentation des Einstellvorgangs durch eine automatische Berichtsfunktion gewährleistet.

Das Optimierungsverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass sämtliche Arbeitspunkte ermittelt werden, die nahezu die gleiche Bauteilqualität liefern, wie das Qualitätsoptimum. Aus einer Liste der möglichen Arbeitspunkte wird dem Anwender derjenige als optimaler Arbeitspunkt empfohlen, der die größte Prozessstabilität aufweist, bei dem also die Schwankungsbreiten der Qualitätsmerkmale bei konstanter Maschineneinstellung am geringsten sind. Trotzdem hat der Anwender die Möglichkeit auf einen anderen ermittelten Arbeitspunkt zu wechseln, wenn dies aus prozesstechnischen Gründen sinnvoll ist.

Der Anwender kann mit STASA QC interaktiv die Maschinenstellgrößen verändern und die Auswirkungen seiner Änderungen in einer Prozesssimulation auf jedes Qualitätsmerkmal direkt am Bildschirm erkennen, ohne dass dies an der Produktionsmaschine getestet werden muss. Außerdem kann der Einfluss der einzelnen Maschinenstellgrößen für jedes einzelne Qualitätsmerkmal separat angezeigt werden. Dadurch können interaktiv Zusammenhänge zwischen den Maschinen¬einstellungen und den Qualitätsmerkmalen erkannt werden, die sonst aufgrund der Komplexität der Problemstellung verborgen bleiben würden.

Werden darüber hinaus in der laufenden Fertigung Sensordaten über den Prozessverlauf erfasst, liefert STASA QC eine Qualitätsprognose zu jedem kontinuierlichen und attributiven Qualitätsmerkmal für jedes gefertigte Bauteil. Das ermöglicht eine hervorragende Qualitätsüberwachung. Die eingesetzten Verfahren zeichnen sich durch eine deutlich verbesserte Prognosegenauigkeit gegenüber herkömmlichen Regressionsmodellen aus. Die notwendige Ermittlung der relevanten Prozesskenngrößen erfolgt mit STASA QC automatisch. Prozessdriften werden von dem System frühzeitig erkannt. Durch die Nachführung des Prozesses durch einen neu bestimmten optimalen Arbeitspunkt wird darüber hinaus die Ausschussquote minimiert. Als Resultat werden Material- und Energiebedarf, sowie die entsprechenden Kosten auf ein Minimum reduziert.

Prof. Dr. Günter Haag
Steinbeis-Transferzentrum Angewandte Systemanalyse (STASA)
Stuttgart
stz262@stw.de