

Nicht nur MTU in München setzt auf die neuen Verfahren der Brinkhaus GmbH zur online Qualitätskontrolle und In-Prozessüberwachung. Durch Einsatz der ToolScope-Systeme kann die nachgelagerte Qualitätskontrolle deutlich vereinfacht und somit kostengünstiger gestaltet werden.



Bild 1: Reine Bruchüberwachung reicht beispielsweise bei der Turbinenherstellung nicht aus.

Moderne Werkzeugmaschinen können eine frei programmierbare Bearbeitungsfolge (z.B. Bohren eines Lochs, anschließendes Gewindeschneiden) mit hoher Wiederholgenauigkeit auf beliebig vielen Werkstücken anwenden. So intelligent und präzise die Maschinen in Teilbereichen auch handeln, so stur sind sie in Bezug auf die Abarbeitung einer programmierten Bearbeitungsfolge. Wenn eine Maschine zum Beispiel den Befehl hat, mit drehendem Bohrer von Punkt A nach Punkt B zu fahren, so wird sie dies ausführen. Unabhängig davon, ob der Bohrer schon längst stumpf ist oder im Verlauf des Prozesses bricht.

Zum Abfangen solch grober Probleme kommen heutzutage spezielle Bruchüberwachungssysteme zum Einsatz. Diese beobachten parallel zum Prozessverlauf Sensorsignale und leiten aus ihren Beobachtungen ab, ob die Maschine korrekt arbeitet.

Die Bedürfnisse von Produzenten hochqualitativer Bauteile werden dabei aber verfehlt. Ein Beispiel hierfür ist die Herstellung von Turbinenelementen in der Luftfahrtindustrie (Bild 1), die Fertigung von Radsätzen für den Bahnverkehr oder die hochpräzise Fertigung von Gütern in der Rüstungsindustrie. Hier ist es, nach einmaliger Zertifizierung eines Werkstücks extrem wichtig, das Bauteil in späteren Prozessen unter möglichst gleichartigen Bedingungen zu reproduzieren. Hierbei kommt es also sehr auf gleichbleibende Produktionsbedingungen und somit gleichbleibende Qualität an.

MTU in München produziert hochbelastete Bauteile für Kunden aus dem Luft- und Raumfahrtsektor. Für MTU setzt der Bedarf nach qualifizierten Systemen für die Prozessüberwachung schon vor der eigentlichen Serienproduktion einer Baugruppe ein und zwar bei der Zertifizierung des Fertigungsprozesses. Das ToolScope unterstützt mit seiner Oszilloskopfunktion diesen Vorgang. Es beschleunigt den Anlauf einer Produktion, indem es Unregelmäßigkeiten in einem Bearbeitungsprozess sofort sichtbar macht. Bild 2 zeigt dies am Beispiel eines durch das ToolScope aufgezeichneten Bohrprozesses. Gezeigt ist in rot das Drehmoment des Motors. Man erkennt, dass der Prozess im vorderen Teil der Bohrung gleichmäßig abläuft. Im hinteren Teil der Bohrung treten starke Unregelmäßigkeiten auf, weil sich Späne tief im Bohrloch mit dem Bohrer verklemmen. Wie dieses Beispiel zeigt, reichen konventionelle Bruchüberwachungssysteme für die Überwachung hochqualitativer oder hochbelasteter Bauteile nicht aus.

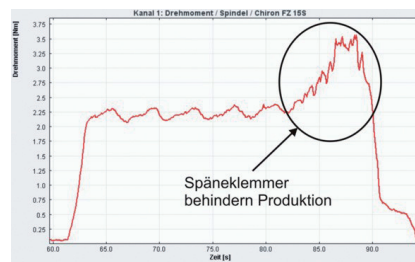


Bild 2: Späneklemmer und andere Qualitätshemmnisse werden sofort erkannt.

### Statistische Prozesskontrolle (online-SPC) sichert Ergebnisse ab

Ein weiterer Kostenpunkt sind die notwendigen manuellen Nachkontrollen der produzierten Teile, um die geforderte Qualität zu gewährleisten und zu dokumentieren. Die Qualitätskontrollen an sich bringen jedoch keinen Mehrwert für das produzierte Teil und somit werden die zusätzlichen, hohe Kosten der Kontrolle in den von „lean Six Sigma“ dominierten Märkten auch häufig von den Kunden nicht akzeptiert. Der Kunde zahlt für „Gut-Teile“ wobei die Qualität vorausgesetzt wird.

Hier greifen die In-Prozessüberwachungssysteme der Brinkhaus GmbH ein. Die Brinkhaus GmbH hat Standardverfahren der nachgelagerten Qualitätskontrolle, die bekanntermaßen unter dem Begriff der „statistischen Prozesskontrolle“ zusammengefasst werden auf die In-Prozessüberwachung übertragen. Durch die Übertragung dieser Verfahren direkt in die Werkzeugmaschine, können Firmen nachgelagerte Qualitätskontrollen vereinfachen, die Produktqualität verbessern und somit erhebliche Ressourcen einsparen.

### Quality Process Control (QPC)

„Einen wesentlichen Vorteil der Brinkhaus Systeme sehen wir darüber hinaus in der In-Prozessüberwachung mittels statistischer Prozesskontrolle. Mit dem Modul *Quality Process Control (QPC)* des ToolScopes wird jeder Pro-

# Qualitätskontrolle mittels online statistischer Prozesskontrolle

zessschritt mehrere hundert Mal in der Sekunde auf Einhaltung der 6-Sigma-Toleranzgrenze geprüft. Überzeugt hat uns dabei auch die Tatsache, dass die Toleranzgrenzen nicht eingestellt sondern automatisch angelernt und über die statistischen Funktionen zu jedem Prozesszeitpunkt optimal eingestellt sind.“, erklärt Herr Eckstein MTU in München.

Durch den Einsatz der online durchgeführten statistischen Prozesskontrolle wird zwei Nachteilen begegnet, die typisch für Überwachungssysteme anderer Hersteller sind. Zum einen erlauben Toleranzbänder, welche auf statistischer Basis errechnet wurden, erheblich gewichtigere Aussagen über die Qualität des gefertigten Produktes. Zum anderen gestaltet sich die Bedienung des Systems deutlich einfacher.

Die übliche Art Toleranzgrenzen automatisch anzulernen beruht beispielsweise auf der Aufnahme des Drehmomentes von mehreren Musterprozessen, der Bildung des Mittelwertes aller Signalverläufe und der Berechnung der Toleranzgrenzen von z.B.  $\pm 10\%$  um den Mittelwert. Ein wesentlicher Umstand wird hierbei jedoch außer Acht gelassen und zwar, dass Fertigungsprozesse an sich einer Schwankung unterworfen sind. Diese Fertigungsschwankung kann zu verschiedenen Prozesszeitpunkten

unterschiedlich sein. Führt die Einstellung der Toleranzgrenzen von  $\pm 10\%$  um den Mittelwert zu Fehlalarmen, wird der Maschinenbediener diese Grenzen aufweiten und somit die Fähigkeit des Systems, Prozessfehler zu erkennen verringern.

**Bild 3** zeigt diese Problematik sehr deutlich. Auf der rechten Seite ein Prozess, der relativ gleichmäßig abläuft. Auf der linken Seite ein Prozess, der starken Schwankungen unterworfen ist. Ein Toleranzband mit  $\pm 10\%$  würde hier zu vielen Fehlalarmen führen. Darüber hinaus sind die Fertigungsschwankungen über den Prozessverlauf nicht konstant. Eine individuelle Einstellung der Toleranzgrenzen in Abhängigkeit der Prozesszeit ist möglich, scheitert jedoch oft an der Überforderung der Maschinenbediener. Dies resultiert nicht selten in falsch eingestellten oder abgeschalteten Überwachungssystemen. Durch die online durchgeführte statistische Prozesskontrolle wird dieses Problem vollständig behoben. Ausgehend von den eingelernten Musterverläufen wird ein Erwartungswert und die Standardabweichung aller Musterverläufe berechnet. Die Toleranzgrenzen werden dann auf die 6-fache Standardabweichung gelegt. Auf diese Weise wird zu jedem Prozesszeitpunkt in Abhängigkeit der dort gegebenen Fertigungsschwankungen die minimale und somit optimale Toleranzgrenze berechnet. Nachfolgende Prozesse werden mehrere hundert Mal in der Sekunde auf Einhalten der

6-fachen Standardabweichung geprüft. Erst bei Überschreitung dieser Grenze wird ein Fehlalarm ausgelöst. Auf diese Weise können sehr einfach schon geringste Prozessabweichungen und natürlich auch Werkzeugbrüche detektiert werden. Die automatische Aufzeichnung der Messdaten ermöglicht darüber hinaus den Vertragsparteien die Erbringung, bzw. Prüfung von Qualitätsnachweisen. Durch den Vergleich einzelner Prozessdaten zu den Messdaten der zertifizierten Prozesse kann belegt werden, dass Werkstücke unter kontrollierten Bedingungen produziert wurden. Nach Absprache kann so zum Teil, bzw. ganz von teuren Nachkontrollen abgesehen werden.

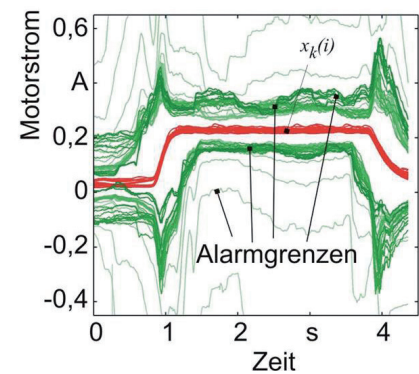
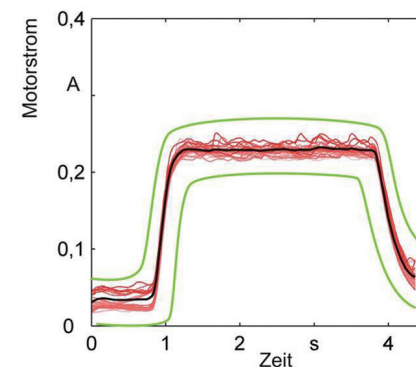
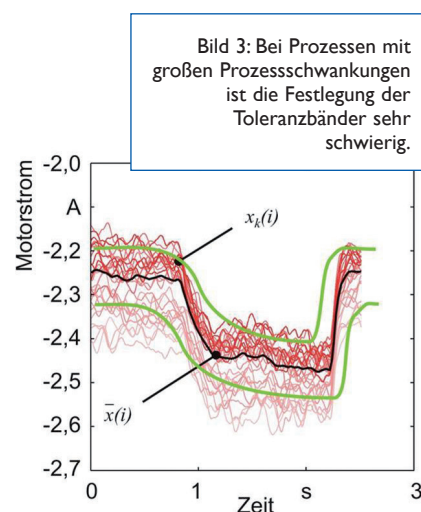


Bild 4: Das System lernt die Grenzen automatisch und verbessert diese mit jedem neu gelernten Prozess.

## Das System ist selbstlernend

Durch den Einsatz der online statistischen Prozesskontrolle wird das System wirklich selbstlernend. **Bild 4** zeigt, wie das System die Toleranzgrenzen mit jeder weiteren Lernmessung automatisch weiter anpasst.

In Bereichen wo der Prozess starken Änderungen unterworfen ist, werden die Grenzen weiter geöffnet, aber in Prozessbereichen, die sehr konstant ablaufen, werden die Grenzen automatisch sehr eng gezogen. (11510-??)

**AMB - Halle 1 Stand E85**