

Sind die Bearbeitungsstationen verkettet, die Arbeitsräume schwer zugänglich, die Zerspanungsoperationen kritisch und die Taktzeiten optimiert, kommt der Prozessüberwachung eine besondere Bedeutung zu. So auch im Falle der Motorenfertigung bei DaimlerChrysler AG in Mannheim: Die Aufgabe, Werkzeugbruch oder -verschleiß bei geringer Störanfälligkeit sicher zu erkennen, wurde mit einem bedienerfreundlichen Monitoring-System gelöst.

Autor: Frank Deiter, Werkstatt+Betrieb

# Prozesssicherheit braucht Überwachung

► Weltmarktführer bei der Herstellung von Dieselmotoren, dieses Prädikat trägt DaimlerChrysler nicht zuletzt auf Grund der führenden Position bei Nutzfahrzeugen wie Lkw, Bussen und Transportern. Weil die selbstzündende Idee immer mehr Anhänger findet, wird um ihre wachsenden Marktanteile heftig gerungen. Im Falle der Dieselmotorenfertigung für Nutzfahrzeuge bei DaimlerChrysler geht es aber nicht nur darum, die führende Position gegenüber externen Wettbewerbern zu sichern, auch innerhalb des Konzerns stehen die Standorte des weltweiten Fertigungsverbunds zueinander im Wettbewerb.

## Gewinn erwirtschaften, Beschäftigung sichern

Dass der Produktionsstandort Mannheim in diesem Wettbewerb unter einem guten Stern steht, verdankt er außergewöhnlichen Anstrengungen: Allein innerhalb der letzten drei Jahre erzielten die Beschäftigten unter der Devise ›Gewinn erwirtschaften – Beschäftigung sichern‹ eine Ratio von immerhin 30 Prozent und steigerten die Fertigung der Dieselmotoren auf mehr als 400 000 Stück pro Jahr (Bild 1). Dank dieser Erfolge ist Mannheim auch beim Aufbau erster Prototypmotoren der neuen Motorenplattform



**1 Produktivität braucht Prozesssicherheit: Die möglichst störungsfreie Großserienfertigung von Zylinderköpfen auf Transferstraßen ist bei optimierten Taktzeiten auch eine besondere Herausforderung an die Prozessüberwachung**

›HDEP‹ (Heavy Duty Engine Platform) in vorderster Front dabei. Die Chancen, sich innerhalb des weltweiten Fertigungsverbunds für ein großes Stück des Produktionsvolumens zu qualifizieren, stehen bestens.

Mitgearbeitet am Erfolg hat auch Bernhard Exeler (Bild 2), Leiter Mechanische Fertigung Heavy-Duty-Motoren, mit seiner gesamten Mannschaft. »Die gefertigte Qualität ist für unseren Erfolg entscheidend«, streicht er die Notwendigkeit

einer prozesssicheren und störungsfreien Produktion heraus; bei hohem Automationsgrad auf Transferstraßen mit entsprechend gekapselten Arbeitsräumen nicht zuletzt eine anspruchsvolle Überwachungsaufgabe.

Um die Überwachung auf dem Weg hin zur 100-Prozent-Qualität lückenlos und zuverlässig bewerkstelligen zu können, findet sich in der Fertigung ein sehr breites Spektrum an Mess-, Steuer- und Prüfeinrichtungen, beispielsweise inte-

## i ANWENDER

DaimlerChrysler AG, Werk Mannheim  
68299 Mannheim  
Tel. 06 21/3 93-0  
www.daimlerchrysler.de



■ **Starkes Gespann:** Wolfgang Engelhardt (links), Betriebsingenieur Instandhaltung, und Bernhard Exeler, Leiter Mechanische Fertigung Heavy-Duty-Motoren in Mannheim, legen bei der Fertigung der Nutzfahrzeug-Dieselmotoren besonderes Augenmerk auf einen störungsfreien Produktionsablauf; ein breites Spektrum an Mess-, Steuer- und Prüfeinrichtungen ist zu diesem Zweck installiert

grierte Messsteuerungen beim Schleifen, Postprozess-Messstationen zur Überprüfung der Maßhaltigkeit der Werkstücke sowie zur Kompensation von Maßabweichungen.

### Prozessüberwachung flankiert die Fertigung

Hochgenaue Auflagekontrollen bei besonders kritischen Bearbeitungsschritten wie dem Fertighonen der Zylinderlaufbuchsen sichern ebenso die Teilequalität wie die Prüfung der Teile mittels Bildverarbeitung. Damit Störungen an den einzelnen Bearbeitungsstationen wie Werkzeugbruch oder Verschleiß frühzeitig erkannt und behoben werden können, sind prozessbegleitende Werkzeugüberwachungssysteme implementiert.

Weil der bisherige Lieferant nicht mehr zur Verfügung stand, galt es nach alternativen Anbietern zu suchen, selbstverständlich nicht ohne diese innerhalb eines Benchmarks auf Herz und Nieren zu testen.

Wolfgang Engelhardt, als Betriebsingenieur der Instandhaltung auch verantwortlich für die Werkzeugüberwachung, erläutert die Herangehensweise: »An fünf verschiedenen Bearbeitungsaufgaben und fünf verschiedenen Maschinen haben wir die Leistungsfähigkeit der Anbieter evaluiert.« Im Kern der Tests standen besonders heikle Bearbeitungsaufgaben, beispielsweise das Plandrehen

der Zylinderköpfe (Bild 3). Auf Grund des unterbrochenen Schnitts und der sich ändernden Drehzahl während der Bearbeitung eine schwierige Überwachungsaufgabe. Engelhardt benennt das Problem: »Um eine optimale Dichtigkeit der Fläche zu erzielen, benötigen wir eine gute Oberflächenqualität und ein sehr gleichmäßiges Drehbild, was auch auf Grund des unterbrochenen Schnitts und schwankender Aufmaße nicht ohne Weiteres zu überwachen ist.«

### Fehlalarme dürfen nicht die Überwachung beeinträchtigen

Besonders in puncto Flexibilität der Messmethoden und Bedienerfreundlichkeit überzeugte das Überwachungskonzept von Nordmann aus Hürth. Als ►►►



■ **Orwell an der Schneide:** Die Überwachung des Plandrehens der Zylinderköpfe erweist sich auf Grund unsteter Zerspanungsbedingungen und eines unterbrochenen Schnitts als besonders diffizil; als Lösung diente die Dynamikauswertung der Wirkleistung



» eine ebenso zuverlässige wie flexible Lösung erwies sich in diesem Fall nach Aussage von Dr. Klaus Nordmann »nicht die Messung der Wirkleistungs- oder Drehmomenthöhe, sondern die Dynamikauswertung der internen Antriebsdaten, also die Messung sprungartiger Veränderungen des Drehmoments bei unterbrochenem Schnitt.« Den eigentlichen Test haben Werkzeugüberwa-



**4** Zerspanen auf der Ideallinie: Mittels eines Touch-Pen kann die eingelernte Hüllkurve geändert werden, was die Anzahl der Fehlalarme reduziert, ohne die Werkzeugüberwachung insgesamt unempfindlich zu stellen

chungssysteme aber erst im harten Produktionsalltag zu bestehen. Hier zeigt sich: Kann ein einmal eingelerntes Toleranzband nicht spontan auf geänderte Zerspanungsbedingungen reagieren – beispielsweise auf Schwankungen der Werkstoffchargen oder der Werkzeugqualität –, droht eine Häufung von Fehlalarmen. Im Extremfall kann dies sogar zum Abschalten der Systeme durch entnervte Bediener führen. Um diesem Problem zu begegnen, entwickelte Nordmann einen Tool-Monitor, dessen Hüllkurve mittels eines Touch-Pen an kritischen Stellen einfach angepasst werden kann, ohne das System insgesamt unempfindlich zu stellen und somit unwirksam zu machen (Bild 4).

**Hüllkurven müssen flexibel anpassbar sein**

Die Modifikation der Hüllkurve ist selbst dann möglich, wenn auf einen Monitor mit Touchscreen verzichtet wird. So kann die Hüllkurve beispielsweise am Bedien-Panel »OP 12« von Siemens mit Hilfe von Softkeys verändert werden (Bild 5). Zum verbesserten Einlernen der Hüllkurve steht dem Maschinenbediener außerdem die Funktion »Automatische Anpassung der Grenze« zur Verfügung: Kommt es zu einem offenkundigen Fehlalarm auf Grund eines zu engen Toleranzbands oder sporadischer »Ausreißer«, wird dieser Alarm einfach mit der Funktion »Auto-

mathe Anpassung der Grenze« gelöscht. »So wird die Hüllkurve mit jedem Fehlalarm immer besser«, erläutert Nordmann den Effekt. Auch Prozesse, bei denen sich die Messgrößen über den Bearbeitungszeitraum verändern und daher aus einem vorher eingelernten Toleranzband driften können, gelten als schwer zu überwachen.

**»Gleitende Hüllkurve« bei unsteten Prozessen**

Abhilfe schafft die »gleitende Hüllkurve«. Sie wird aus der vorherigen Bearbeitung beziehungsweise aus einem Mittelwert mehrerer Bearbeitungen ermittelt und gilt dann für die jeweils folgende Bearbeitung. Das Toleranzband bleibt während des Arbeitsgangs fix und wird erst anschließend neu gebildet. »Besonders bei Mehrspindelbohrköpfen, bei denen ein Motor mehrere Arbeitsspindeln antreibt, ist die Auswertung der Wirkleistung schwierig«, erläutert Nordmann anhand einer konkreten Aufgabenstellung von DaimlerChrysler in Mannheim: »Einerseits muss das Toleranzband sehr eng sein, um den Bruch eines einzelnen Bohrers registrieren zu können, andererseits stumpfen die Werkzeuge über den Bearbeitungszeitraum ab, weshalb sich auch die gemessene Wirkleistung ändert. Eine starre Hüllkurve wäre deshalb nicht geeignet. Stattdessen ermöglicht die automatische gleitende Anpassung gleich bleibend enge Abstände zwischen Messkurve und Hüllkurve.«

**Schulung der Bediener ist erfolgsentscheidend**

Variabilität in der Bedienung, aber auch in der Wahl der Messmethode und der Sensorik sind bei der Vielfalt der Applikationen erfolgsentscheidend, ebenso wie die Akzeptanz der Mitarbeiter. Engelhardt misst der engen Kooperation mit den Lieferanten daher eine besondere Bedeutung bei: »Sehr wichtig ist die intensive Schulung der Mitarbeiter, ohne die keine Akzeptanz der Mitarbeiter erreicht werden könnte.« Anregungen der Maschinenbediener zur besseren Handhabung der Geräte wurden zügig umgesetzt und die Software punktuell modifiziert.

Schnittstellenprobleme, die bei Neuanläufen von Maschinen zwischen Werkzeugmaschinensteuerung und Werkzeugüberwachungssystem gelegentlich vorkommen, können nach der Einschätzung Engelhardts wiederum nur durch eine enge Kooperation aller Partner gelöst wer-

**i HERSTELLER**  
**Nordmann GmbH & Co. KG**  
 50354 Hürth  
 Tel. 0 22 33/96 88-0  
 Fax 0 22 33/96 88-22  
 www.nordmann-online.de

den, in diesem Fall durch die Instandhaltungsplanung im Hause DaimlerChrysler in Mannheim, den Steuerungshersteller, den Maschinenhersteller und eben Nordmann als Hersteller von Prozessüberwachungssystemen.

Die bisherigen Probleme anlässlich der nicht korrekten Sendung der Programmnummern seitens Sinumerik 840D zeigten, dass keiner der Beteiligten die Ursache den jeweils anderen zuschiebt, sondern dass alle Beteiligten sich an der Problemlösung konstruktiv beteiligen. So hilft nun



**5** Wie es euch gefällt: Das eingelernte Toleranzband kann auch mittels Softkeys an veränderte Zerspanungsbedingungen angepasst werden; hier Wolfgang Engelhardt beim Ändern der Hüllkurve am Bedien-Panel »OP 12« von Siemens

Nordmann dem Partner Siemens bei der Fehlersuche mit der Aufzeichnung eines Logfiles im Nordmann-Tool Monitor SEM-Profibus.

Im Ergebnis konnte die Werkzeugüberwachung nicht nur einen wesentlichen Schritt zu 100-Prozent-Qualität und prozesssicherer Großserienproduktion leisten, sie liefert neben der Werkzeugüberwachung noch einen weiteren Zusatznutzen: »Wir erhalten dadurch weitere Ansätze zur Prozessoptimierung«, wie Engelhardt ergänzt. Er konstatiert: »Die Anzahl nachzuarbeitender Teile konnte gesenkt werden.« ◀