



Das moderne Prozessüberwachungssystem „Argus“ wird bei ZF Brandenburg für die Echtzeitvernetzung der Schleifmaschinen bei der Hartfeinbearbeitung von Zahnrädern genutzt. Die Lösung macht den Betrieb zu einem Vorreiter in Sachen Digitalisierung und stellt eine hohe Fertigungsqualität kontinuierlich sicher. Die Ergebnisse lassen eine Analyse bis zu jedem einzelnen Werkstück zu. *Grafik: Reishauer*

Kundenerfahrungen zur Prozessüberwachung in der Zahradfertigung

Hartfeinbearbeitung durch Digitalisierung optimiert

ZF Brandenburg steht als exemplarisches Beispiel für den Einsatz moderner Fertigungsverfahren unter Nutzung digitaler Technologien. Besonders positive Erfahrungen hat der Getriebehersteller mit den Maschinen und dem Prozessüberwachungssystem eines Schweizer Schleiftechnikexperten gemacht.

TEXT: *Walter Graf*

Die Integration von Maschinen und Fertigungstechnologien in die digitale Welt, in der Maschinen mit der Cloud verbunden sind und Algorithmen die Menschen bei der Beurteilung von Maschinenzuständen unterstützen, ist in diesem Werk bereits Standard. Die Bediener, Planer und Manager sind stets in Echtzeit mit allen Systemen vernetzt, was ZF Brandenburg zu einem Vorreiter in Sachen „Best Practice“ bei der Digitalisierung macht. ZF nutzt unter anderem das Monitoring-System „Argus“ von Reishauer, um die Werkzeugmaschinen im Bereich der Hartfeinbearbeitung von

Zahnrädern zu digitalisieren. Im Rahmen einer langjährigen Zusammenarbeit beider Firmen fassen die Experten aus Wallisellen bei Zürich/CH in diesem Artikel die gewonnenen Erkenntnisse aus der Digitalisierung im Bereich Werkzeugmaschinen zusammen.

Digitalisierungsprojekt in einer laufenden Fertigung

Die ZF Getriebe Brandenburg GmbH, die sich durch ein Team von über 1500 Fachkräften auszeichnet, ist führend in der Fertigung exklusiver Pkw-Handschalt- und Doppelkupplungsgetriebe.

Diese finden in High-End-Sportwagen Verwendung und stehen für höchste Präzision und Leistung. Ein wesentlicher Faktor für die Qualität dieser Getriebe sind die präzise geschliffenen Zahnräder, die auf Maschinen der Reishauer AG, einem schweizerischen Pionier in der Herstellung von Verzahnungsschleifmaschinen, gefertigt werden. Mit Argus haben die Schweizer zudem ein bahnbrechendes System für das Monitoring von Prozessen und Komponenten entwickelt, das bei ZF zum Einsatz kommt. Dieses erlaubt es, die Qualität der Schleifprozesse zu bewerten und zu optimieren sowie den Verschleiß der Maschinenkom-

ponenten und Schleifwerkzeuge genau zu überwachen.

Ziel der Zusammenarbeit ist die Nutzung der gemeinsamen Synergie, einer Verflechtung von Fachwissen auf der Produktionsseite und der Innovationskraft digitaler Lösungsansätze. Beide Unternehmen vereint eine tiefe Hingabe zur stetigen Optimierung, die in einer Partnerschaft mündet, von der beide Seiten profitieren. ZF nutzt das fortschrittliche Argus-System zur sorgfältigen Überwachung von Prozessen und Maschinenkomponenten in der Zahnradproduktion, womit ein signifikanter Fortschritt in ihrer Fertigungstechnologie erreicht wird.

Eine Zahnradfertigung im Digital-Zeitalter 2024

Heute werden bei ZF Brandenburg fast 100 % aller Bauteile mit dem Monitoring-System Argus direkt, permanent und lückenlos in Echtzeit überwacht, **Bild 1**. Dies garantiert ein neues Sicherheitslevel in der modernen Zahnradfertigung. Selbstverständlich umfasst das Monitoring auch ein Ausschleusen von potentiell schlechten Werkstücken noch in der Maschine und während des Bearbeitungszyklus, was Qualitätsprobleme in der anschließenden Montage verhindert.

Neben der Prozesssicherheit führt die neue Technologie auch zu deutlichen Kostensenkungen in nachfolgenden Prozessschritten. Die Prozessplaner haben nun die Möglichkeit, auf Eventualitäten wie Frequenzanregungen sofort zu reagieren. Mithilfe von Argus erlangen sie eine 100%ige Kontrolle und sehen genau, wie jedes Bauteil geschliffen wird oder wurde. Sie können den Zustand der Maschine und eventuelle Probleme mit den Komponenten in Echtzeit erkennen und entsprechend handeln. Dazu gehört, geschliffene Bauteile von der Maschine auszuschleusen oder nachträglich Nicht-i.O.-Teile im Prozessfluss zu sperren, bevor sie in Getriebe eingebaut werden. Zuvor wurden sie erst am Ende der Linie (EOL – End of line) identifiziert. Diese Maßnahme bietet deutliche Einsparmöglichkeiten bei potentiellen Fehlern, die früher zu teuren Rückbaumaßnahmen geführt haben.

Die Implementierung des Argus-Systems in der Produktion gestattet inzwischen unter anderem die effiziente Detektion von filigranen Schleifschneckenbrüchen infolge lokaler Überlastung bei Vorbearbeitungsschwankungen. Natürlich



Bild 1. Mithilfe der modernen Prozessüberwachung kann jeder Nutzer, jederzeit und überall, auf sämtliche relevanten Daten seiner Maschinen zugreifen und Entscheidungen ableiten. Grafik: Reishauer

„Ob wir uns eine Zukunft ohne Argus vorstellen könnten? Das wäre ein riesiger Rückschritt!“

werden auch seltene große Brüche infolge von Kollisionen problemlos erkannt.

Schwingungen ausschalten

Ein Beweggrund für die Anschaffung des Systems war die Prävention bei anspruchsvollen Schwingungsproblemen. Nach kurzer Zeit entwickelte ZF die Fähigkeit, mittels Argus und dank der Mithilfe der Reishauer-Experten eventuelle Schwingungsquellen in spezifischen Arbeitsbereichen der Schleifschnecken zu erkennen. Die Prozessüberwachung wurde daraufhin so kalibriert, dass Bauteile, die möglicherweise unerwünschte Geräusche (NVH) in Getrieben verursachen, aus der Prozesskette entfernt werden. Diese Optimierung beruht auf der Analyse von großen Datenmengen in der Argus-Web-Anwendung.

Diese Applikation kann in beliebigen Web-Browsern dargestellt werden. Sie „besticht“ durch einfaches Handling. Mit wenigen Klicks ist auch für einen nur gering erfahrenen Anwender sofort ersichtlich, ob ein Problem in der Produktionsumgebung vorliegt. Natürlich erfordert die Behebung von qualitätsrelevanten Themen Expertenwissen. ZF Brandenburg

beschäftigt hierfür traditionell Qualitätsingenieure, was die Implementierung vereinfacht und beschleunigt hat.

Vor der Einführung von Argus wurden Qualitätsprobleme oft erst am Ende der Fertigungsline auf dem Prüfstand identifiziert. Eine statistische Prozesskontrolle im unteren Prozentbereich garantiert lediglich die Detektion von statischen oder sehr langsamen Änderungen im Prozess. Fehlerhafte Zahnräder waren oftmals bereits in Getrieben verbaut, bevor die Mängel erkannt wurden. Um die Fehlerquelle zu bestimmen, mussten die Zahnräder des beanstandeten Getriebes im Messraum taktil vermessen werden. Wenn beispielsweise ein Bauteil mit einem Schleifschneckenbruch in Verbindung gebracht werden konnte, waren alle Bauteile, die an einem bestimmten Tag geschliffen wurden, zu identifizieren. Der betroffene Fertigungsauftrag wurde gesperrt und gegebenenfalls alle Bauteile zu 100% überprüft. Die daraus resultierenden hohen Folgekosten sind offensichtlich.

Datenauswertung, Analyse und Nutzungsfreundlichkeit

Heute bietet die Argus-Web-Anwendung dem Planer eine Echtzeit-Betrachtung des Fertigungsprozesses, entweder auf einem PC in der Fertigung, im Büro oder generell ortsunabhängig auf einem mobilen Tablet. Ein wichtiger Kommentar seitens der Fertigungsplaner: „Das System erlaubt es uns, sich tiefer in den Prozess hineinzudenken und gezieltere Entscheidungen zu treffen. Mit Argus ist es mög-

lich, schädliche Frequenzen zu erkennen und die Drehzahlen im Voraus zu bestimmen, die vermieden werden sollten, um die Sicherheit und Qualität des Prozesses zu gewährleisten.“

Grundsätzlich lassen sich mit der Datenanalyse also Fehlerbilder identifizieren und die Ausschleusung direkt auf der Maschine initiieren. Ist letzterer Schritt getan, fängt in der Regel die Prozessoptimierung an. Technologieparameter lassen sich einfach mit Messdaten in Verbindung bringen. Oftmals werden so bereits Verbesserungsmöglichkeiten entdeckt, wodurch kleine Änderungen auch schnell eine höhere Effektivität erzielen – dies immer unter dem Punkt der inhärent hohen Prozesssicherheit.

Neben der Prozessanalyse des Schleifens hat Argus auch eine besondere Stärke in der Maschinen-Zustandsüberwachung. Mit der automatischen Komponentendiagnose (AKD) werden permanent verschiedene Signale der Maschine überwacht und automatisch bewertet. Dank autark laufender Testzyklen werden täglich umfangreiche Daten auf der Maschine aufgezeichnet. Diese Zyklen sind mit den Sensoren so konzipiert, dass bei geringem Zeiteinsatz Maschinenfehler erkannt werden. Dank der Cloud-Algorithmen wird aus den gesammelten Daten eine Signalisierung in Form einer einfachen Ampel dargestellt. Sollte diese auf Rot stehen, ist Handlungsbedarf angesagt.

Gute Bedienbarkeit

Vor der Implementierung von Argus musste ZF bei Problemen wie Profilformfehlern aufgrund einer verschleißbehafteten Shift-Achse aufwendige Messreihen und Schleifversuche durchführen, um die Ursache zu lokalisieren. Dieser Prozess erforderte den Einsatz von zwei bis drei Mitarbeitern und verursachte entsprechende Kosten. Mit Argus ist es nun dank AKD unmittelbar ersichtlich, ob eine Maschinenkomponente die Ursache eines Problems ist. Die Bedienbarkeit wird von der Planungsabteilung bei ZF positiv bewertet: Für einen Maschinenmitarbeiter ist eine Schulung von zwei bis drei Stunden ausreichend, um das Argus-System sicher bedienen und datenbasiert Handlungen ableiten zu können.

Für detailliertere Analysen, insbesondere der im Argus verfügbaren Frequenzanalyse, ist jedoch deutlich mehr Erfahrung erforderlich. ZF hat dieses Experten-



Bild 2. Denny Macholdt (links), Prozessplaner bei ZF Getriebe Brandenburg, und Dr. Christian Dietz von Reishauer befassen sich mit der Schleifprozessanalyse in Argus. Foto: Reishauer

wissen einerseits durch die Zusammenarbeit mit Reishauer erlangt, **Bild 2**, andererseits in der Prozessplanung eigene, interne Expertise entwickelt. Es wurde ein Schwingungsexperte bestimmt, der sich ausschließlich mit Vibrationen an den Maschinen beschäftigt.

Seit der Einführung der Digitalisierung in der Zahnradfertigung bei ZF hat sich eine Aufgabenteilung (respektive Zusammenarbeit) zwischen Maschinenbedienern und Prozessplanern etabliert. Während Planer sich eher mit der Datenanalyse großer Fertigungslose von mehreren tausend Teilen beschäftigen und Maßnahmen definieren, garantieren die Bediener an der Maschine den reibungslosen Ablauf des gesamten Systems. Beide Bereiche sehen in Argus stets die Echtzeitzustände für ihren jeweiligen Anwendungsfall.

Darüber hinaus trägt Argus zur Minimierung der Werkzeugkosten bei, indem es detailliertere Einblicke in ihren Zustand bietet. Dies eröffnet die Möglichkeit, Werkzeuge bis an ihre Leistungsgrenzen zu nutzen, ohne sie voreilig aus dem Produktionsprozess zu nehmen – basierend auf der eventuell falschen Annahme, ihre Lebensdauer sei nach einer vordefinierten Anzahl an Einsatzzyklen nahezu erschöpft.

Fazit

Die Fertigung bei ZF hat sich durch den Einsatz von Argus erheblich verbes-

sert. Die Kosten haben sich durch deutlich weniger End-of-Line-Rückläufer quantifizierbar reduziert. Dank der präzisen Grenzwertfestlegung hat sich auch die Qualität der Teile gesteigert. Fehlerhafte Teile werden effektiv identifiziert und ausgesondert, um nachträglich bearbeitet zu werden, was zu einer Eliminierung von Verlustteilen und -zeiten führt.

Heute hat ZF die Zahnradfertigung und das Argus-System „im Griff“. Jetzt gilt das Ziel, die Prozesse und Tooling-Standzeiten weiter zu optimieren, um einerseits den steigenden Qualitätsansprüchen stets gerecht zu werden, und andererseits die Kosten gering zu halten. Die spürbare Begeisterung von Planer Denny Macholdt lässt sich folgendermaßen ausdrücken: „Jetzt geht’s erst richtig los“. Auf die Frage, ob sich ZF die Zukunft ohne Argus vorstellen könnte, meint Niklas Kriegler, Leiter der Produktion: „Das wäre ein riesiger Rückschritt“.

reishauer.com

AMB: Halle 5, Stand B51



Walter Graf

ist Senior Project Manager bei Reishauer in Wallisellen bei Zürich/CH.

Foto: Reishauer