

Schuler Pressen: Die Verzahnung im Griff

BLUM DIGILOG-Messtaster in der Verzahnungsmessung



„Never change a running system“ – das gilt auch in der Fertigung, wo das Verändern etablierter und reibungslos laufender Prozesse oft eine Garantie für Qualitätsprobleme und Produktivitätseinbrüche darstellt. Doch was tun, wenn die Produktionsmaschinen für ein zentrales Bauteil nicht mehr gefertigt werden und der Prozess einfach zu lange dauert? Bei Schuler Pressen hat man sich dazu entschieden, neue Wege zu gehen und Verzahnungen mit Profilfräsern herzustellen. Der scannende Messtaster TC64-DIGILOG von Blum-Novotest sorgt dafür, dass die Qualität der Verzahnung kontrolliert werden kann und der Prozess in sich geschlossen und überprüfbar ist.

Die in Göppingen beheimatete Schuler AG ist Technologie- und Weltmarktführer in der Umformtechnik. Das Unternehmen bietet Pressen, Automationslösungen, Werkzeuge, Prozess-Know-how und Service für die gesamte metallverarbeitende Industrie an. 1852 begann das im Jahr 1839 von Louis Schuler gegründete Unternehmen mit dem Bau von Blechbearbeitungsmaschinen. Zu den Schuler-Kunden zählen Automobilhersteller und Automobilzulieferer sowie Unternehmen aus der Schmiede-, Hausgeräte-, Verpackungs-, Energie- und Elektroindustrie. Schuler ist führend bei Münzprägepressen und realisiert Systemlösungen für die Luft- und Raumfahrt, den Schienenverkehr und die Großrohrfertigung.



Der Messvorgang des TC64-DIGILOG erzeugt 570.000 Messwerte pro Antriebswelle und stellt die hohe Qualität sicher.

Im Pressenbau haben Zuverlässigkeit und Qualität höchsten Stellenwert. Großpressen sind eine langfristige Anschaffung, oft laufen sie jahrzehntelang und sind praktisch rund um die Uhr im Einsatz. Ausfälle einer Pressenlinie werden schnell teuer, weshalb Ersatzteile kurzfristig zur Verfügung stehen müssen. Allerdings ist eine präventive Ersatzteillagerhaltung nicht wirtschaftlich – weder beim Kunden noch beim Hersteller.

Ein Schlüsselteil einer Servopresse sind die bis zu vier Antriebswellen pro Maschine, welche die Kraft übertragen. Zahnräder und Antriebswelle bilden ein großes Untersetzungsgetriebe, das über einen Exzenter die Auf- und Abbewegung der Presse erzeugt. Eine einzelne Antriebswelle der beschriebenen Presse wiegt 690 Kilogramm, die Welle ist über 1.700 Millimeter lang, die Doppelschrägverzahnung mit schmaler Mittelnut hat einen Durchmesser von 440 Millimetern.



Der Messtaster TC64-DIGILOG scannt jeden Zahn der Antriebswelle auch unter widrigsten Bedingungen.

Bisher wurde die Verzahnung ausschließlich mit Verzahnungsmaschinen der Firma MAAG-Zahnräder & -Maschinen AG, die jedoch 1989 den Bau dieser Maschinen aufgab, hergestellt. Diese zeichneten sich vor allem durch eine hohe Reproduzierbarkeit aus, auch wenn die Herstellung einer Antriebswelle damit sehr lange dauerte. Alleine das Stoßen der Verzahnung benötigte 16 bis 19 Stunden, hinzu kommen weitere Bearbeitungsschritte auf Dreh-, Fräs-, und Schleifmaschinen, bis aus den vorgedreht angelieferten Schmiederohlingen ein geometrisch fertiges Antriebsritzel entstanden ist, das anschließend noch warmbehandelt wird. Das Handling der fast 700 Kilogramm schweren Teile zwischen den verschiedenen Bearbeitungsmaschinen ist umständlich und aufwendig und trägt zur langen Fertigungszeit bei.



Der Messtaster TC64-DIGILOG scannt die 36 Zähne mit 1,8 m/min und wird im Eilgang positioniert.

Aufgrund der Tatsache, dass die bewährten MAAG-Maschinen am Markt nicht mehr verfügbar waren, musste Schuler Pressen neue Wege gehen, um zwangsläufig aufkommende Fertigungsengpässe zu vermeiden. Heute wird die Verzahnung der Antriebswelle auf einem Dreh-Fräs-Bearbeitungszentrum mit einem speziell angefertigten Profilfräser hergestellt und darauf auch gemessen. „Wir konnten die Formabweichungen der Zahnflanken früher gar nicht direkt messen“, erläutert Thomas Vujica aus der Fertigungsplanung und NC-Programmierung. „Bei den Verzahnungsmaschinen war das auch nicht notwendig, weil diese so gebaut sind,

dass sich immer eine Evolvente ergibt. Erst mit dem Umstieg auf die Fertigung der Verzahnung im Dreh-/Fräszentrum wurde das Messen zum Thema“, ergänzt Alexander Horn, Leiter Instandhaltung.



Für die Visualisierung der 570.000 Messwerte pro Werkstück hat Thomas Vujica eine Auswertesoftware entwickelt.

Man behalf sich, indem man die Antriebswellen zu einem externen Anbieter transportierte, der jede einzelne Welle auf einer speziellen Messmaschine vermessen hat. Doch das dauerte je nach Auftragslage und Wartezeit zwei bis drei Wochen. Somit war der Zeitvorteil der Fräsbearbeitung wieder dahin.

Auf der Messe AMB 2014 sah Vujica dann bei Blum-Novotest den digital-analogen Messtaster TC64-DIGILOG im Einsatz, wie er eine Fläche beziehungsweise eine Linie auf dieser Fläche scannte. Der DIGILOG-Messtaster kann nicht nur digital / schaltend messen, sondern auch per analogem Scan ein Maß erfassen. Dadurch ist es möglich, den Taster über eine Oberfläche zu führen und kontinuierlich Messdaten zu erfassen. Vujica erkannte schnell, dass diese Messmethode die Lösung für das Messproblem sein würde. Beim BLUM TECH-TALK wurde dann das Thema der Verzahnungsmessung vertieft und daraufhin ein Testaufbau im Juni 2015 vereinbart.



Der Messtaster TC62 mit BRC-Funktechnologie wird zur Nullpunktbestimmung eingesetzt.

Im Rahmen der durchgeführten Tests zeigte sich sehr schnell, dass die vorhandenen Schwankungen der C-Achse Einfluss auf die scannende Messung der Zahnflanken hatten. „Wir haben dann eine Methode entwickelt, bei der wir bei stillstehendem Werkstück eine Gerade, die Erzeugende bzw. Berührlinie, scannend messen. Damit hatten wir eine reproduzierbare und schnelle Messmethode gefunden“, blickt Thomas Vujica zurück.

Die komplette Vermessung eines Zahnrads umfasst 144 Messungen schräg entlang der gesamten Zahnflanke – 36 Zähne mit je zwei Flanken und das in beiden Hälften der Doppelschrägverzahnung – und dauert lediglich 13 Minuten durch die Scangeschwindigkeit von 1,8 m/min. Dabei erzeugt der DIGILOG-Messtaster 570.000

einzelne Messwerte. Beim Messen kommen nur Linearachsen zum Einsatz, damit etwaige Fehler der Rotationsachse, die bei der Herstellung verwendet wurden, nicht miterfasst werden.

„Mit der Messung in der Maschine hatten wir den entscheidenden Schritt zur Qualitätssicherung erreicht, der den Verzahnungsprozess auf dem Bearbeitungszentrum absichert“, unterstreicht Alexander Horn. „Wir brauchten einen in sich geschlossenen Prozess, der überprüfbar und wiederholbar ist, und den haben wir mit dieser Messmethodik erhalten. Wir messen jede Verzahnung und schicken derzeit noch jede zehnte Welle zum Vermessen, um einen unabhängigen Qualitätsnachweis zu erhalten. Wir werden das aber demnächst auf jede zwanzigste Welle herabsetzen können.“

Thomas Vujica entwickelte eine PC-Software, die heute eine schnelle Überprüfung ermöglicht. Die Software nimmt über das Netzwerk die Messdaten des DIGILOG-Messtasters entgegen und erstellt aus diesen einen Report mit Diagrammen, die mit einem Netzdiagramm sehr genau zeigen, ob und welche Abweichungen zum Idealfall gemessen wurden und damit sofort einen Rückschluss auf die Qualität zulassen. „Dabei kann der Maschinenbediener online die Werte während der Messung am PC verfolgen und somit Ausreißer, die auf eine Verunreinigung schließen lassen, von tatsächlichen Qualitätsproblemen unterscheiden“, ergänzt Thomas Vujica.



V. l. n. r.: Erhard Strobel, Vertrieb Blum-Novotest, Herr Wirth, Maschinenbediener, Thomas Vujica und Reinhold Pöhr aus der Fertigungsplanung / NC-Programmierung der Schuler Pressen GmbH.

Der Report ist über die Seriennummer der jeweiligen Welle genau zuzuordnen, damit ist auch die Forderung nach einer kompletten Dokumentation des Prozesses erfüllt. Horn stellt einen weiteren Vorteil heraus: „Durch die automatisierte Messung verhindern wir die Fehler, die beim händischen Vermessen unvermeidlich sind. Es war nicht einfach, unsere Qualitätssicherung und unsere Konstrukteure am Standort davon zu überzeugen, dass wir mit dem Bearbeitungszentrum dieselbe Qualität wie mit der Stoßmaschine erreichen, aber wir haben es geschafft. Das zeigt, dass der neue Prozess wirklich wasserdicht ist.“

Ein wichtiger Teil des neuen Fertigungsprozesses ist der spezielle Profilfräser, der eine Zahnflanke in einer Bahn fertigfräst. Bisherige Vollprofilfräser, deren Drehachse durch den Mittelpunkt des Zahnrads verläuft, haben relativ ungünstige Arbeitsbedingungen, der Durchmesser und damit die Schnittgeschwindigkeit unterscheiden sich über die Länge des Fräasers sehr stark. Wodurch die Idee entstand, die Drehachse der Fräsbearbeitung in Richtung Zahn zu kippen und damit die Durchmesserunterschiede gering zu halten. Zudem wurde eine Fräserkontur errechnet, die das Evolventenprofil mit Hilfe von Kreissegmenten sehr genau abbildet. Dies vereinfacht die Anfertigung der speziellen Fräser und senkt damit die Werkzeugkosten.

Der neue Fertigungsprozess spart sehr viel Zeit: Früher wurde ein Antriebsritzel auf vier verschiedenen Maschinen bearbeitet. Heute werden bis auf das Schleifen der Lagerlaufflächen alle Arbeitsschritte auf dem Dreh-/Fräszentrum durchgeführt und die Bearbeitungszeit dadurch um 50% gesenkt. Das bedeutet nicht nur weniger Rüstvorgänge, sondern auch kürzere, denn das Ritzel wird als Rohling in der Bearbeitungsmaschine gespannt, mit dem BLUM-Messtaster eingemessen und dann weitgehend fertig bearbeitet. Es fällt gerade der sehr präzise auszuführende Rüstvorgang zwischen Verzahnungs- und Dreh-/Fräszentrum weg, zudem der komplexe Einrichtvorgang auf der Verzahnungsmaschine. Das Rüsten auf der Verzahnungsmaschine dauerte 2,5 bis 3 Stunden, auf dem Bearbeitungszentrum sind es 30 Minuten.

Dank dem DIGILOG-Taster von Blum-Novotest ist der Fertigungsprozess heute in Bezug auf die Qualitätssicherung abgesichert, die Lieferzeiten sind deutlich kürzer und die Produktion kann sicher sein, die gefertigte Verzahnungsqualität zu erfüllen. „Wir können eine Antriebswelle, wenn es erforderlich ist, in einem Tag fertigen und ausliefern. Früher war das undenkbar, alleine die Vermessung dauerte zwei bis drei Wochen. Das ist in einer Branche, in der es den Kunden auf absolute Zuverlässigkeit ankommt, sehr viel wert“, betont Alexander Horn.

„Die Zusammenarbeit mit BLUM und den internen Fachabteilungen war hervorragend, wir haben den Messablauf gemeinsam entwickelt, kontinuierlich optimiert und in den Prozess integriert. Heute haben wir einen sehr schnellen und zuverlässigen Fertigungsprozess, der uns bei diesem Bauteil von den alten Spezialmaschinen unabhängig macht, wirtschaftlich ist und schnellere Reaktionszeiten ermöglicht. Was will man mehr?“, zieht Thomas Vujica ein positives Fazit.



Kasten: Blum-Novotest

Die 1968 gegründete Blum-Novotest GmbH mit Sitz in Ravensburg gehört zu den weltweit führenden Herstellern von qualitativ hochwertiger Mess- und Prüftechnologie für die internationale Werkzeugmaschinen-, Luftfahrt- und Automobilindustrie. Das Familienunternehmen beschäftigt heute über 500 Mitarbeiter an insgesamt acht Standorten in Europa sowie in den USA, China, Japan, Taiwan, Singapur, Korea, Indien, Brasilien und Thailand. Zusammen mit eigens geschulten System-Integratoren und regionalen Vertriebsbüros garantiert dieses Vertriebs- und Servicenetzwerk die flächendeckende Unterstützung der sich weltweit im Einsatz befindenden Blum-Produkte.