



Schruppen und Schlichten vereint: Die Portalfräsmaschine Multi-Contour bei Fräsvorführungen mit der Spindeleinheit GSOC 125 C 500.

Foto: Rüdiger Kroh

Komplettbearbeitung von Großwerkzeugen

Schruppen und Schlichten in einer Maschine vereint: Das Zusammenspiel von Portalbearbeitungszentren und Sinumerik-Steuerung sorgt im Großwerkzeugbau für eine automatisierte Komplettbearbeitung.

MICHAEL GATTI

Automatisiertes An- und Abfahren von Werkstücken mit AGVs (Automated Guided Vehicle), integriertes Schruppen und Schlichten in einer Bearbeitung – das klingt für kleine Werkstücke und CNC-Maschinen nicht mehr spektakulär. Im Großwerkzeugbau und mit bis zu 40 t schweren Werkstücken ist es aber eine bahnbrechende Prozessinnovation. Realisiert wurde die automatisierte Komplett-

bearbeitung in zwei Automobilwerken, auf komplett hydrostatisch geführten Werkzeugmaschinen von Waldrich Coburg mit Sinumerik-840D-sl-Steuerungen.

Schruppen und Schlichten vereint

Ein gelbes AGV navigiert fahrer- und schienenlos durch die riesige Halle der Mercedes-Benz AG. Es transportiert 3.000 mm × 5.500 mm große Paletten mit bis zu 40 t schweren Werkstücken zwischen den Rüst-

und Lagerplätzen und drei Waldrich-Coburg-Portalbearbeitungszentren. Die Palettierung erfolgt automatisch, die Wechsel werden über Laserscanner gesteuert. In diesen Werkstückdimensionen wohl die erste automatische, AGV-gestützte Palettieranlage ihrer Art.

Das Ziel der Anlage war ein deutlicher Effizienz- und Qualitätssprung im Großwerkzeugbau. Der Weg: Wo in traditionellen Konzepten bisher die Vor- oder Grobbearbeitung



Foto: Siemens

Gesamtansicht der Fertigungszelle mit drei Portalfräsmaschinen von Waldrich Coburg im Mercedes-Werk in Sindelfingen.

und die präzise Oberflächenbearbeitung in getrennten Maschinen für das Schruppen und Schlichten erfolgten, sollten beide Prozesse jetzt erstmals zeitsparend und rüstopptimiert in einer einzigen Maschine vereint werden. Eine Integration, wie man sie aus kleineren Werkzeugmaschinen schon kennt. „Aber in Maschinen für den Großwerkzeugbau stellen sich extreme Anforderungen“, sagt Matthias Helmprobst, Leiter Elektrotechnik bei Waldrich Coburg. „Wir haben es bei den hohen Massen und der großen Dynamik mit ganz anderen Kräften zu tun. Um die hohen Anforderungen an beide Prozessschritte zu erfüllen – also insbesondere hohe Zerspanleistung beim Schruppen und hohe Geschwindigkeiten und Dynamik mit hoher Präzision und Oberflächengüte beim Schlichten – mussten Spindeln mit unterschiedlichen Antriebskonzepten eingesetzt werden.“

Hohe Genauigkeitsanforderungen

Für die Genauigkeits- und Qualitätsanforderungen im Automobilbau werden zuverlässige und genaue Werkzeugmaschinen und Steuerungen benötigt. Dazu kam die Einhaltung der Vorgaben zu Umweltschutz,

Energieeffizienz und Ergonomie. Deshalb mussten alle Projektpartner innovative Wege gehen und neue Maschinen- und Steuerungsfunktionen entwickeln. In das Gesamtpaket wurde zudem für den Werkstücktransport ein fahrerloses Transportsystem (AGV) mit hohen Sicherheitsstandards integriert.

AGV transportiert 40-t-Werkstücke

Auf den Maschinen werden Presswerkzeuge in einer Aufspannung effizient geschruppt und sehr genau geschlichtet. Die Vorteile der Hydrostatikführungen in Verbindung mit der Finishbearbeitung waren die größte Herausforderung für Waldrich Coburg und Siemens. Mit der Baureihe Multi-Contour entstand eine leistungsfähige und sehr genaue Maschine. Die Erwartungen wurden in beiden Fällen damit übertroffen.

Mit dem neuen fahrerlosen Transportsystem werden die Maschinen und die nahliegenden Rüst- und Stellplätze mit den 40 t schweren Großwerkstücken sicher bestückt. Das AGV transportiert auch innerhalb der Halle die Bauteile autonom bis zu den Montageteams und umgekehrt. Das Transportsystem kann dahingehend erweitert werden,

dass Prozessplanung und -steuerung in der Anlage von einem übergeordneten Planungssystem durchgeführt werden können. Zusätzlich wurde eine Fremdanlage mit neun weiteren Paletten in das Werkstücktransportsystem integriert.

Um die Dämpfung und Genauigkeit in allen Bearbeitungsschritten zu verbessern, sind alle Linearachsen der Waldrich-Coburg-Bearbeitungszentren im Automobilwerk hydrostatisch geführt. Mit dem so optimierten Dämpfungsverhalten werden zugleich Faktoren wie das Reibungsverhalten und die Verschleißfreiheit der Führungen sowie die Werkzeugstandzeiten verbessert. Der Wartungsaufwand sinkt und die Verfügbarkeit der Maschinen steigt.

Hydrostatische Führungen in allen Maschinenachsen

Weil sich durch das Zusammenspiel von Sinumerik und hydrostatischen Führungen eine deutlich höhere dynamische Genauigkeit erreichen lässt, werden in den Bearbeitungsschritten höhere Bahngeschwindigkeiten gefahren. Davon profitiert die Bearbeitungsleistung der Maschine beim Schruppen und Schlichten. Um ihre Einsatzmöglichkeiten

Bearbeitungszentren

ohne Kompromisse in den einzelnen Bearbeitungsprozessen voll auszuschöpfen, wechseln die Bearbeitungszentren neben Werkzeugen auch die Fräsköpfe, also Motor- und Getriebspindeleinheiten, automatisch. Über die Wechselköpfe lassen sich in einer Maschine unterschiedliche Bearbeitungstechnologien und -strategien realisieren.

Die Steuerung ist in diesem Maschinenkonzept extrem gefordert. Da ist zunächst die durchgängige Kommunikation zwischen Steuerung und AGV. Hinzu kommt, dass aus der Steuerungsperspektive jedes der Bearbeitungszentren in den Werken mehrere Maschinen in einer darstellt. Ein Beispiel ist die Berechnung von Werkzeugbahnen und der optimalen Dynamik der verschiedenen Spindeleinheiten in den unterschiedlichen Bearbeitungsschritten.

All dies hat die Abbildung der Bearbeitungszentren sehr anspruchsvoll gestaltet. So wurde das Fräs-Technologiepaket „Sinumerik MDynamics“ mit Top Surface und anderen Optionen zum Einsatz gebracht. Zudem leistete der Siemens-Mechatronik-Support Unterstützung, um über EMC (Engineered Motion Control) und Nick-Kompensation Genauigkeit und Geschwindigkeit der Achsbewegungen und Werkzeugwege in den verschiedenen Einsatzbereichen zu optimieren. Insgesamt konnten so gemeinsam mit dem Maschinenhersteller für den Kunden neue Maßstäbe bei Genauigkeit und Bearbeitungsgeschwindigkeit im Großwerkzeug- und Formenbau gesetzt werden.

In die Steuerung sind verschiedene Technologieschritte integriert

Auch im Großwerkzeugbau zeigen Sinumerik und Optionen wie Top Surface so ihre Stärken. Dem effizienten Schruppen schließt sich unmittelbar ein sehr präzises Schlichten mit hoher Oberflächenqualität an. Vom Palettenwechsel bis zum fertig bearbeiteten Werkstück konnte die integrierte Gesamtlösung von Waldrich Coburg und Siemens die Prozessingenieure und Werkverantwortliche überzeugen. Nachdem das flexible Fertigungssystem termingerecht übergeben wurde, konnte gleich mit der Produktion gestartet werden. Auf der Anlage werden 5-Seitenbearbeitung und 3D-Freiformflächenbearbeitung komplett durchgeführt.

Die Nacharbeit wurde reduziert

Die besonderen Vorteile im Vergleich zu den früheren Fertigungssystemen



Foto: Siemens

Das fahrerlose Transportsystem bewegt die bis zu 40 t schweren Rohteile zwischen den Vorbereitungsplätzen, den drei Portalfräsmaschinen und den Lagerplätzen.

Steuerungstechnologie für hohe Präzision

Um die Bearbeitung auf den Waldrich-Coburg-Maschinen zu optimieren, wurde das Technologiepaket „MDynamics“ genutzt. In der X- und Y-Achse der Bearbeitungszentren wurde die Vorsteuerung über EMC (Engineered Motion Control) optimiert. Dazu erstellte der Siemens-Mechatronik-Support ein komplexes Achsmodell und die Parametrierung der Filter, die dann in Echtzeit auf den Positionssollwert und die Vorsteuerzweige wirken. Der Effekt zeigt sich im Führungs-Kv-Faktor. Ohne EMC muss dieser Geschwindigkeitsverstärkungsfaktor durch Filter reduziert werden, um ein gutes Dämpfungsverhalten zu sichern und Fehler wie Schwingmarken auf den bearbeiteten Oberflächen zu eliminieren. Der Konturfehler wird überwacht und Bahngeschwindigkeiten so reduziert, dass der einstellbare Konturfehler nicht überschritten wird. Mit EMC aber wird ein deutlich besserer Führungs-Kv-Faktor von $5 \text{ m/min}\cdot\text{mm}^{-1}$ bei gleichem oder besseren Dämpfungs-

verhalten erreicht. Das verbesserte Schwingverhalten der Maschinenachsen erhöht die Bearbeitungsgenauigkeit und erlaubt das Einstellen höherer Ruckbegrenzungswerte zur Erhöhung der Maschinenproduktivität. Ein weiterer Vorteil: EMC ist in der Regel robust gegen Maschinenverschleiß. So erübrigen sich Nachoptimierung selbst nach langen Maschinenlaufzeiten. Die Robustheit zeigt sich auch daran, dass die EMC-Parameter ohne Änderung von einer Maschine auf alle anderen Maschinen übertragen werden konnten. Die Option Top Surface mit dem verbesserten Kompressor Compsurf garantiert deutlich bessere Werkstückoberflächen und unterstreicht den Technologievorsprung der Sinumerik beim Fräsen. Das gilt auch im Zusammenspiel mit anspruchsvollen CAD/CAM-Programmen, bei inhomogener Punkteverteilung und in Bearbeitungsschritten wie dem bidirektionalen Fräsen. Auch über eine optimierte Parametrierung der Nick-Kompensation konnte die Performance der Werkzeugmaschine unter Einwirkung der physikalischen Belastungen nochmals verbessert werden.

sind insbesondere die nochmals erhöhte Präzision und die schnellere Bearbeitung. Durch die hervorragende Fertigungsqualität und -genauigkeit konnten die Nacharbeitsaufwände im Werkzeugbau deutlich reduziert werden. Die Einführung des AGV-Systems senkte zudem die Nebenzeiten. Der autonome Teiletrans-

port mit intelligenter Auftragssteuerung erleichtert die Planung und Steuerung von Aufträgen und ermöglicht weitere Effizienzgewinne in der Fertigung.

 **Web-Wegweiser:**
siemens.de/sinumerik-840