

5-Achs-Simultan-Fräsdrehbearbeitung ■ Komplettbearbeitung ■ Automatisierung ■ Schwerzerspannung

Diese Anlagen sind eine Wucht

Wenn Zentrifugen der Eppendorf GmbH mit über 30 000-facher Erdbeschleunigung Proben separieren, ist Sicherheit oberstes Gebot. Für die Unwucht-Freiheit von Rotoren und Komponenten sorgt die automatisierte 5-Achs-Komplettbearbeitung auf Stama-Fräsdrehzentren.

von Helmut Damm



1 Arbeitsraum einer MT 734 2C: Die schwenkbare Drehspindel unten übernimmt im Rahmen der 5-Achs-Bearbeitung die Werkstückausrichtung, wohingegen das Werkzeug stets vertikal von oben zustellt (© Hanser)

Die Medizintechnik ist eine Branche mit extremen Anforderungen, die entsprechend restriktiven Regularien unterliegt. Dies gilt auch für solche Geräte, die nur indirekt mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen. So auch für Laborzentrifugen, wie sie zahlreich in Krankenhäusern, Laboren, Blutbanken, in der Pharmaindustrie und weiteren Anwendungsfeldern für die Filtration und für Trennprozesse zum Einsatz kommen.

Wenn die Eppendorf Zentrifugen GmbH jährlich Zehntausende ihrer Maschinen rund um den Globus liefert, erfüllen diese diverse regional gültige (Sicherheits-)Zertifikate. Stets gilt: Bei einem Crash darf keine Komponente das Gerät verlassen. Auch dürfen sich die Zentrifugen im Betrieb kaum bewegen. Besonders Augenmerk liegt folglich auf der Präzision sämtlicher auf bis zu 17 500 min⁻¹ beschleunigten Teile, die neben weiteren Kernkomponenten allesamt am Standort in Leipzig entwickelt und gefertigt werden.

Komplettbearbeitung ersetzt sequenzielle Fertigungsmethode

Das Leipziger Spektrum an Zentrifugen umfasst aktuell über 100 Modelle, die sich im Wesentlichen unterscheiden hinsichtlich der zu zentrifugierenden Menge (2-ml- bis 1-l-Proben) und der Winkelstellung während des Zentrifugiervorgangs – Zentrifugen mit Festwinkelrotor separieren die Proben unter fest stehendem Winkel, bei Modellen mit Ausschwingrotor können die an Zapfen be-



2 Festwinkelrotor Roh- und Fertigteil: Bei diesen variantenreichen Schmiedeteilen aus hochfester Aluminiumlegierung werden auf den Stama-Fräsdrehzentren bei Eppendorf in zwei Aufspannungen über 80 Prozent der Rohmasse in Späne verwandelt (© Hanser)

festigten ›Becher‹ bis in die Horizontale schwenken.

Infolge eines rollierenden Forecasts fertigt die Zerspanungsabteilung Komponenten – Rotoren, Becher und Zubehör – in wirtschaftlichen Losgrößen. Eigentlich günstige Rahmenbedingungen, die jedoch, wie Gruppenbeauftragter und CNC-Programmierer Marcel Steinbach zu berichten weiß, kein ›Ruhekissen‹ bedeuten: »Je nach Bearbeitungsdauer schleusen wir Lose mit 100 bis 2000 Teilen durch die Fertigung. Die Abfolge der Aufträge erfolgt streng kostenoptimiert, was im Sinne hoher Flexibilität minimale Rüstzeiten bedeutet. Den Tendenzen zu einem breiteren Produktspektrum und damit zu einer höheren Variantenzahl folgend und mit dem Blick auf die Wirtschaftlichkeitsziele unseres Konzerns haben wir bereits 2009 damit begonnen, die bis dahin praktizierte Fertigungsstrategie auf den Kopf zu stellen: Wir wollten uns von der sequenziellen Fertigung auf Eintechnologiemaschinen verabschieden und von einer ausgeprägten Fremdvergabe von Zerspanungsaufgaben befreien. Gemeinsam mit Stama haben wir in mehreren Stufen die Fertigung, allen voran die der Zentralkomponenten Rotor und Becher, auf eine automatisierte Rundum-Fertigungsbearbeitung in zwei Aufspannungen auf derselben Maschine mithilfe von 5-Achs-Doppelfahrständer-Fräsdrehzentren umgestellt. Damit ist es uns gelungen, unsere Inhouse-Fertigung wettbewerbs- und zukunftsfähig zu gestalten und zahlreiche Arbeiten kostengünstiger in Eigenregie zu erledigen.«

Vom Rohteil zum Fertigteil mit steigendem Automatisierungsgrad

Mittlerweile bilden vier weitgehend baugleiche MT-734-2C-Maschinen von Stama eine vernetzte Fertigungsinsel, an denen pro Schicht zwei Bediener arbeiten. 2010 wurde die erste Maschine von Stama als Turnkey-Lösung geliefert – Maschine, interne Automatisierung in Form eines umlaufenden Palettenbandes (i-Lader), Spannmittel, NC-Programme und Werkzeuge aus einer Hand.

Steffen Weckel, Abteilungsleiter Zubehörfertigung bei Eppendorf: »Eine Technologieoffensive innerhalb des Konzerns hat dazu geführt, dass wir teils jahrzehntealte Maschinen ablösen und die Leistungsfähigkeit unserer Zerspanung auf ein höheres Niveau heben konnten. Als Abnahmeteil für die erste Stama-Maschine hatten wir unseren größten Rotor mit Durchmesser 440 mm ausgewählt, den wir zuvor extern fertigen lassen mussten. Das 61 kg schwere Schmiederohrteil aus einer hochfesten Luft- und Raumfahrt-Aluminiumlegierung wird in nur zwei Spannlagern in ein an sechs Seiten fertigungsbearbeitetes Bauteil mit gerade noch 10,4 kg Gewicht verwandelt – in einem ganzheitlichen System in einer Hülle. Dank der beiden Fahrständer, der Nullpunkt-Übergabe von Haupt- zur Gegen spindle, den 64 Werkzeugen je Spindel, der integrierten Automation und dem Schwerzerspanungspaket haben wir enorme Fortschritte bezüglich Haupt- und Durchlaufzeit sowie der Genauigkeiten erzielt, insbesondere auch in Bezug auf den Rundlauf der Teile.«





3 Chargen-Aufnahmebecher – Rohteile und Fertigteile im Ausschwingrotor: Die Rohlinge werden über ein Palettenband mit Auflegeschablone lageorientiert zur Komplettbearbeitung dem Stama-Fräsdrehzentrum zugeführt (© Hanser)

Die größtenteils langjährigen und selbst ausgebildeten Fachkräfte wie Stefan Prinz durften erleben, wie viele Bauteile, die zuvor in einer sequenziellen Abfolge mittels Drehen, Bohren, erneutem Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen und Entgraten auf jeweils verschiedenen Maschinen gefertigt wurden, nun in einem automatisierten und messtechnisch überwachten Prozess in zwei Spannlagen auf einem Fräsdrehzentrum gefertigt werden. Kein mehrfaches manuelles Ausrichten mehr, kein Aufaddieren von Fertigungstoleranzen an Bauteilen, die mit wenigen Hundertstel Abweichungen bemaßt sind.

Die Erfahrungen waren derart nachhaltig positiv, dass drei weitere Investitionen in Stama-Lösungen folgten: eine zweite baugleiche MT 734 2C (zwei Fahrständer) im Jahr 2013, eine dritte MT 734 2C mit Sonderspannmittel für Ausschwingrotoren aus Edelstahl-Feinguss im Jahr 2015 sowie im vergangenen Jahr eine vierte MT 734 2C in Kombination mit einer HandlingTech-Roboterzelle und Fanuc-Vision-Kamerasystem für das noch freiere Auflegen von bis zu 118 Rohteilen auf das Zuführband, was den Schritt zum bedienerlosen Betrieb der Anlage übers Wochenende eröffnete.

Technologie bringt Prozessfortschritte

Die weitgreifenden Vorzüge der Stama-Lösungen fasst Marcel Steinbach wie folgt zusammen: »Auf den ersten beiden Maschinen arbeiten wir mit einem Captex-Schnellwechselsystem von Hainbuch, bei dem wir mit nur einer Schraube und einem Bajonett-Verschluss das komplette Futter wechseln können, wobei wir für 125 verschiedene Teile gerade einmal drei verschiedene Futter benötigen.

Die lageorientierte Nullpunkt-Übergabe der Teile von der Haupt- zur Gegenspindel ermöglicht es uns, in der ersten OP sämtliche Bohrungen einzubringen und dann mit der zweiten OP auf der Rückseite die Zwischenräume komplett auszufräsen und dabei eine gleichbleibende Wandstärke von exakt 1,8 mm sicherzustellen. Wir haben auf den Stama-Fräsmaschinen mit Drehfunktionalität beidseitig die Möglichkeit zur 5-Achs-Simultanbearbeitung, was wir übrigens auch gerne nutzen, und können weitestgehend ohne Störkontur arbeiten, da wir die Spindel zwischen -30 und +90 Grad in jedem beliebigen Winkel anstellen können. Beim Zapfen der Ausschwenkrotoren setzen wir Winkelköpfe ein, die wir direkt aus der Kette einwechseln. Für die bis zu 7 kg schweren Werkzeuge gibt es

spezielle verstärkte Plätze in der Kette. Die Bauteile kommen komplett entgratet von den Maschinen. Dafür setzen wir diverse Bürsten ein, auch um nicht bearbeitete Flächen aufzuhübschen. Mit dem Schwerzerspannungspaket haben wir ausreichend Leistungsreserven bei Dreh- und Frässpindel. Dank des massiven Maschinenaufbaus und der optimalen Ausstattung mit Kühlschmierstoffdüsen sowie 70 bar IKZ erzielen wir teilweise derart lange Standzeiten, dass wir die Schneidplatten ab und an rein aus Vorsorge austauschen.« Zwei weitere wertvolle Vorzüge benennt Marcel Steinbach: »Wir können auf allen Maschinen die gleichen NC-Programme, Spannmittel und Werkzeuge einsetzen. Die integrierten Renishaw-Taster erhöhen zudem enorm die Prozesssicherheit, da wir »



4 Gemeinsam Produktivitäts- und Technologiefortschritte erzielt (von links): Stefan Prinz, Marcel Steinbach (beide Eppendorf), Gerhard Schweicker (Stama) und Steffen Weckel (Eppendorf) vor der vierten MT 734 2C mit Roboterzelle (© Hanser)



5 7-Achs-Roboter in der HandlingTech-Zelle: Dank Fanuc-Vision-Kamera können bis zu 118 Rohteile nach optischem Scannen lageorientiert der Maschine zugeführt werden – optimal auch für den bedienerlosen Wochenendbetrieb |© Hanser|

mit Closed-Loop-Messprogrammen arbeiten und Korrekturwerte übermitteln können.«

Stama-Gebietsverkaufsleiter Gerhard Schweicker ergänzt diese Aussagen um wichtige technische Details: »Die 2C-Maschinen mit zwei Fahrständern bieten eine nahezu unbegrenzte Flexibilität in der Anwendung, da auf beiden Seiten prinzipiell die gleichen Arbeiten bis hin zur simultanen 5-Achs-Bearbeitung erledigt werden können. Die schwenkbaren Drehspindeln ermöglichen es, die schweren Bauteile rein über die Schwerkraft positionsgetreu und schnell von oben zu beladen. Zudem setzen wir keine Schwenkkopf-Frässpindeln ein, das Werkzeug kommt immer senkrecht von oben. Diese Lösung ist stabiler, weil die Zustellung rein über eine Linearachse erfolgt, die Winkelanstellung hingegen über das Werkstück. Dadurch sind auch die Störkonturen im Arbeitsraum einfacher überschaubar, und der Anwender verkürzt so deutlich die Einfahrzeiten neuer Werkstücke. Enorme Genauigkeitsvorteile bietet das beispielsweise beim Reiben von tiefen Passbohrungen. Auch resultieren daraus kürzere Spanzu-Span-Zeiten und kürzere unproduktive Nebenzeiten, da bei Schwenkköpfen die X-Achse permanent Totverfahrwege beim Nachfahren vollbringen muss.«

Roboterautomation sichert Know-how für die Zukunft

Einen Schritt in die Zukunft der Automation hat Eppendorf bei der vierten Maschine vollzogen. Waren die ersten drei

Maschinen mit i-Lader-Palettenautomation der erste Schritt, hat man mit der HandlingTech-Zelle und dem integrierten 7-Achs-Roboter von Fanuc weitere Potenziale erschlossen. Obwohl die Anlage aus einer Hand von Stama geliefert wurde, hat Eppendorf hier maßgeblich mitgewirkt. Marcel Steinbach berichtet: »Wir wollten Anschluss halten an die neuesten Technologien, auch bei der Automatisierung. Bei den Palettenbändern der ersten drei Maschinen arbeiten wir mit Auflage-Schablonen, um sicherzustellen, dass die Teile hundertprozentig lagerichtig vom Lader, der lediglich über X- und Z-Achse verfügt, zugeführt werden. Zudem bedarf es Lichtschranken und Sensoren, die ebenfalls auf ein neues Bauteil zu rüsten sind. Dank der Fanuc-Vision-Kamera haben wir bei der Roboterzelle große Vorteile beim Auflegen der Rohteile – wir müssen beim Rüsten nur zwischen drei Greiferbacken wählen. Zudem nutzen wir den Roboter für hauptzeitparallele Abblasarbeiten, sodass die Teile spanfrei von der Maschine kommen.«

Das letzte Wort gebührt dem Service. Auch in dieser Hinsicht ist Marcel Steinbach voll des Lobs: »Wir haben Stama bei allen Maschinen den Zugriff für einen Teleservice freigeschaltet. Stama kann nach Rücksprache alle nötigen Untersuchungen vornehmen. Der Service ist für uns über die Jahre hinweg hervorragend mit Experten besetzt, wir haben mittlerweile direkte Ansprechpartner, die unsere Maschinen aus dem Effeff kennen und uns im Servicefall in-



6 Eine von aktuell zahlreichen Zentrifugen-Varianten

(© Eppendorf Zentrifugen GmbH)

nerhalb einer Stunde Rückmeldung geben. Über die Jahre ist ein persönlicher Kontakt entstanden, sodass wir uns sehr gut betreut fühlen.« ■

INFORMATION & SERVICE



ANWENDER

Eppendorf ist ein Unternehmen der Life Sciences und entwickelt, produziert und vertreibt Systeme für den Einsatz in Laboren weltweit. Das Produktangebot umfasst Pipetten und Pipettierautomaten, Dispenser, Zentrifugen und Mischer sowie Verbrauchsartikel wie Reaktionsgefäße und Pipettenspitzen. Die Erzeugnisse werden in Forschungslaboren eingesetzt, zum Beispiel in Unternehmen der Pharma- und Biotech- sowie Chemie- und Lebensmittelindustrie. Die Eppendorf Zentrifugen GmbH ist eine 100-Prozent-Tochter der Eppendorf AG. Aktuell entwickeln und fertigen in Leipzig etwa 160 Mitarbeiter eine hohe Varianz von Zentrifugentypen sowie entsprechendes Zubehör – Tendenz steigend.

Eppendorf Zentrifugen GmbH

04329 Leipzig
Tel. +49 341 2574-0
www.eppendorf.com

HERSTELLER

Stama Maschinenfabrik GmbH

73278 Schlierbach
Tel. +49 7021 572-0
www.stama.de

PDF-DOWNLOAD

www.werkstatt-betrieb.de/5543182