

Cost-per-Part bei der Bearbeitung von Statorgehäusen im Fokus

Neuer Dreh für die E-Mobilität



Die Zerspanung des Statorgehäuses umfasst die Innenbearbeitung mit verschiedenen Absätzen, die Bearbeitung der kleineren Mittenbohrung sowie die Bearbeitung der Außenseite mit ihren Kühlrippen.

Wenn sich ein Hersteller von Werkzeugmaschinen und ein für seine Auf- und Feinbohrwerkzeuge bekannter Werkzeughersteller für ein gemeinsames Projekt zusammenfinden, sind außergewöhnliche Ergebnisse vorprogrammiert. NILES-SIMMONS und MAPAL haben gemeinsam einen Prozess entwickelt, der die Bearbeitungszeit von Statorgehäusen für Elektromotoren aus der E-Mobility Branche deutlich reduziert und dabei mit innovativen Details aufwartet.

Der Wandel in der Automobilindustrie vom konventionellen Verbrennungsmotor hin zum Elektroantrieb wird immer deutlicher. NILES-SIMMONS stellt sich diesem Umbruch und zielt mit effizientesten Herstellungsverfahren auf die Teilefertigung für die E-Mobility Branche, um an die erfolgreichen Zeiten in der Kurbelwellenfertigung nahtlos anzuknüpfen.

Der überwiegende Teil der von NILES-SIMMONS in Chemnitz gebauten Maschinen dient der Bearbeitung rotationssymmetrischer Werkstücke. Während hier die Drehbearbeitung im Vordergrund steht, konzentriert sich MAPAL als Werkzeughersteller überwiegend auf kubische Bauteile, die gebohrt, gerieben und gefräst werden. Vor diesem Hintergrund ist es wenig verwunderlich, dass es zwischen den beiden Unternehmen in der Vergangenheit wenig Berührungspunkte gab. Das sollte sich bei der EMO 2019 ändern. Am Messestand von MAPAL hat NILES-SIMMONS, ein Exponat entdeckt, das als Drehteil identifiziert wurde: ein Statorgehäuse für Elektromotoren. MAPAL hatte bis dahin die Feinbohrwerkzeuge für die Bearbeitung der Teile auf Fräszentren als sehr effizienten, hochgenauen Prozess in der Industrie etabliert.

Vorteilhafte Kombination aus Drehen und Auf- bzw. Feinbohren

Beide Seiten gewannen schnell den Eindruck, dass mit einer Kombination aus Drehen und Auf- bzw. Feinbohren die Bearbeitung dieses Schlüsselbauteils für die E-Mobilität auf eine neue Ebene gehoben werden könnte. Im Nachgang der Messe wurde ein gemeinsames Entwicklungsprojekt ins Leben gerufen. NILES-SIMMONS baute eigens für das Projekt eine Maschine um, MAPAL lieferte die Werkzeuge für die Vor-, Semi- und Fertigbearbeitung.



links & mitte: Das Werkstück ist an der oberen Spindel gespannt und wird in einer Aufspannung nacheinander zu den Bearbeitungsstationen verfahren; rechts: Erster Arbeitsschritt ist das Schruppen der Innenseite des Gehäuses

Topfförmige Bauteile wie Statorgehäuse sind eine sehr häufig eingesetzte Bauform für Elektromotoren in der Automobilindustrie. Das dünnwandige Aluminiumgehäuse ist außen mit Rippen für den Kühlkreislauf versehen und wird in das größere Motorgehäuse montiert. „Wir haben hier ein rotatorisches Werkstück mit einer rückseitigen Unwucht, das gedreht werden kann, aber aufgrund der hohen Durchmesser Genauigkeit sowie den vom Markt geforderten Form- und Lagetoleranzen auf- und feingebort werden muss“, beschreibt MAPAL Gebietsverkaufsleiter André Ranke die Ausgangslage der Entwicklungspartnerschaft. Für die Versuche, die im Rahmen des Projekts bei NILES-SIMMONS zusammen mit Technikern von MAPAL stattfanden, kam kein Kundenwerkstück, sondern ein von MAPAL entworfener Dummy zum Einsatz, der alle seriennahen Anforderungen abbildet. Die Innendurchmesser bewegen sich hierbei im Bereich von 220mm bis 231mm, die Außendurchmesser zwischen 250mm und 260mm. Es werden innen und außen Passungstoleranzen im IT6-Bereich gefordert, sowie Zylinderformen zwischen 20 und 30µm. Die Konzentrität zwischen den verschiedenen Durchmessern ist teilweise auf 0,05mm eingeschränkt.

Alle Werkzeuge sind bereits in der Maschine

Für die Entwicklung wählte NILES-SIMMONS eine Pick-Up-Drehmaschine vom Typ DZS 315 der ebenfalls in Sachsen ansässigen NSH-Tochterfirma RASOMA. Die Maschine ist modular aufgebaut und kann somit für die jeweilige Bearbeitung passgenau konfiguriert werden. Im Versuchsaufbau wurden eine oben angeordnete vertikale Werkstückspindel, eine unten angeordnete Werkzeugspindel, ein Werkzeugkonsol und ein Werkzeugrevolver eingesetzt. Generell können weitere Bearbeitungseinheiten in die Maschine integriert werden und somit alle notwendigen Werkzeuge in der Maschine untergebracht werden, um Rüst- und Nebenzeiten zu minimieren. Die obere Spindel nimmt das Werkstück auf und verfährt es in einer einzigen Aufspannung mit dem Bettschlitten nacheinander zu den Stationen.

Die vertikale Bearbeitung bietet folgende Vorteile:

- Platzsparende Verkettung der einzelnen Bearbeitungseinheiten
- Optimaler Transport von Spänen und Prozesshilfsstoffen
- Kompakte Maschinenbauweise mit geringer Aufstellfläche
- Pickup System



Projektteam (v.l.): Verkaufsleiter Thomas Löttsch, Entwicklungsingenieur Technologie Christian Winkler, Projektleiter Daniel Pilz (alle NILES-SIMMONS), Gebietsverkaufsleiter André Ranke, Technischer Berater Axel Schwarze und Anwendungstechniker Heiko Süß (alle MAPAL). Im Vordergrund die Innenbearbeitungswerkzeuge von MAPAL zum (v.l.) Vorschruppen, Schruppen, zur Bearbeitung der Mittenbohrung und zum Schlichten sowie das Werkstück.

„Beim Drehen ist das Pick-up eine übliche Lösung, wie sie bei vergleichbaren Teilen heute schon vielfach genutzt wird. Diese Beladung ist für eine automatisierte Großserienfertigung von Statorgehäusen ideal konzipiert.“, berichtet Thomas Löttsch, Verkaufsleiter bei NILES-SIMMONS.

Der entscheidende Vorzug des neu entwickelten Prozesses ist die damit mögliche Steigerung der Produktivität. Auf Antrieb ist es gelungen, die Produktionszeit für das Bauteil im kombinierten Dreh-Bohr-Verfahren gegenüber dem konventionellen Drehprozess um 50 Prozent zu verkürzen. Daniel Pilz, der das Projekt bei NILES-SIMMONS leitete, beschreibt wie die Zeit in den einzelnen Arbeitsschritten eingespart wird, bei denen sich von Fall zu Fall Werkstück, Werkzeug oder beide gleichzeitig drehen.



Arbeitsraum der Pick-Up-Drehmaschine vom Typ DZS 315 der ebenfalls in Sachsen ansässigen NSH-Tochterfirma RASOMA

Bewährte Werkzeuge auf neue Weise eingesetzt

Die erste Station dreht den bislang von MAPAL eingesetzten Prozess um. Anstatt das Bauteil mit einem drehenden Werkzeug zu schrappen, steht das Werkzeug in der Maschine still und nur das von oben kommende Werkstück dreht sich. Weil das Werkzeug von MAPAL im Gegensatz zu einem herkömmlichen Drehmeißel mit vier Schneiden ausgestattet ist, wird für das komplette Vorschrappen der verschiedenen Innendurchmesser am Bauteil nur etwa ein Viertel der Zeit benötigt.

Im zweiten Bearbeitungsschritt kommt ein von NILES-SIMMONS eigens entwickeltes Glockenwerkzeug für die Außenkontur in Kombination mit einem MAPAL ISO Aufbohrwerkzeug für die Semischlichtbearbeitung des Innendurchmessers zum Einsatz. Die Innen- und Außenseite des Werkstücks werden gleichzeitig bearbeitet.

„Die Besonderheit ist, dass ein stehendes Außenbearbeitungswerkzeug am Spindelgehäuse angebracht ist. Die Spindel treibt das Innenbearbeitungswerkzeug an“, beschreibt Daniel Pilz den Aufbau. In den von diesen beiden Werkzeugen gebildeten Ringspalt taucht das Werkstück ein. Mit einer einzigen Vorschubbewegung werden alle Durchmesser hergestellt, das sind bei diesem konkreten Bauteil je drei Innen- und Außendurchmesser. Pro Durchmesser sind vier Schneiden eingesetzt. „Zusammen mit dem Vorteil, dass wir innen und außen simultan bearbeiten, kommen wir insgesamt auf nur noch ein Achtel der Zeit, die wir für konventionelles Drehen benötigen würden“, rechnet Pilz vor. Weitere Vorteile sind:

- Durch die gegenläufigen Schnittkräfte von Innen- und Außenbearbeitung muss am Spannmittel des Werkstücks ein geringeres Drehmoment gehalten werden
- Schwingungen des dünnwandigen Bauteils bei der Bearbeitung werden durch den zeitgleichen Eingriff der Schneiden innen und außen gedämpft



links: Das Semischlichtwerkzeug für die Innenbearbeitung ist in der unteren Spindel gespannt. Umschlossen wird es vom glockenförmigen Außenwerkzeug, das fest montiert ist; mitte: Bei der simultanen Bearbeitung wird das Werkstück von oben in den Ringspalt zwischen dem Außenwerkzeug und dem Innenwerkzeug gefahren. Bei der Zerspanung wird dabei mit reichlich Kühlschmierstoff gearbeitet; rechts: Die Fertigbearbeitung aller Innendurchmesser erfolgt mittels Feinbohrwerkzeug.

Die zeitgleiche Innen- und Außenbearbeitung fand bei diesem Versuch mit einer Schnittgeschwindigkeit von 700 m/min statt. Die Bearbeitung im Sandwich-Verfahren mit dem Werkstück in der Mitte sorgt dafür, dass das Bauteil während der Bearbeitung stabilisiert wird, weil die Schneiden von beiden Seiten gleichzeitig im Eingriff sind und so das Teil führen. Aufwendige Spanntechnik mit Schwingungsdämpfung erübrigt sich damit, was sich bei den Kosten bemerkbar macht. Während die Industrie das Werkzeug von MAPAL bereits auf horizontalen Bearbeitungszentren zur Innenbearbeitung von Statorgehäusen einsetzt, wurde das glockenförmige Außenwerkzeug von NILES-SIMMONS neu entwickelt und der innovative Prozess zum Patent angemeldet.

Die noch folgende Fertigbearbeitung übernimmt ein bereits bewährtes leistungsführendes MAPAL Feinbohrwerkzeug, mit dem die Mittenbohrung für die Statorlagerung schließlich komplett inklusive aller Stufen geschichtet wird. Das dazu eingesetzte Feinbohrwerkzeug stellt MAPAL in verschiedenen Ausführungen her. Für die Versuche in Chemnitz wurde eine Schweißkonstruktion mit Schneiden und Führungsleisten aus PKD benutzt. Der Durchmesser ist im μm -Bereich einstellbar.

Statorgehäuse sind die neuen Kurbelwellen

Bei NILES-SIMMONS erwartet man, dass die Fertigung von Statorgehäusen für die Elektromobilität den gleichen Stellenwert einnehmen wird, wie in der Vergangenheit die Kurbelwellen für Verbrennungsmotoren. Die dafür erwarteten Stückzahlen, Taktzeiten und Kosten bewegen sich in einem vergleichbaren Bereich. „Anfragen nach solchen Bauteilen liegen bei 250.000 Stück pro Jahr“, berichtet Geschäftsführer Klaus Kräher. Bis 2030 könne der Bedarf weltweit bei 20 bis 50 Millionen Stück liegen. „Da sind 50 Prozent Zeitersparnis eine Ansage, zumal in unserem neuen Prozess sicher noch Potenzial ist“, so Kräher.

Neben dem bereits erfolgreich umgesetzten Vertikalkonzept untersucht NILES-SIMMONS auch die Möglichkeit, vorhandene horizontale Maschinen umzurüsten. Hintergrund sind über 300 Drehräum- und Kurbelwellenfräsmaschinen der Chemnitzer, die derzeit weltweit in Kurbelwellenlinien der Automobilhersteller stehen. Sowohl der innovative Prozess als auch die Werkzeuge von MAPAL können auch bei einer horizontalen Variante des Konzepts integriert werden.

Abseits der Bearbeitung von Statorgehäusen ist der Prozess auch für weitere Werkstücke aus den verschiedensten Branchen anwendbar, wie z.B. Kühlkörper für Hybridmotoren, Rohre-Flansche-Kupplungen für die Öl- und Gasindustrie sowie Lager- und Gehäusebauteile für den allgemeinen Maschinenbau bis hin zu Werkstücken für die Kunststoffindustrie. Damit ist dieser Prozess für ein sehr breites Werkstückspektrum mit rohr- und topfähnlicher Geometrie, die Toleranzen kleiner gleich IT6 fordern und hochgenaue Form- und Lagetoleranzen aufweisen, relevant.