



Ganz genau! Durch:

Aktives Temperieren

ENGINEERING: Okuma integriert Kühlkanäle in etliche Maschinenkomponenten und passt Werkzeugpfade verschiedenen Längenausdehnungskoeffizienten an. Außerdem glätten die Japaner das NC-Programm.



Thermoverkleidung: Große Doppelständerfräsmaschinen von Okuma sind komplett eingehüllt. So werden punktuelle Wärmeübertragungen von außen verhindert. Foto: Okuma

VON STEFAN ASCHKE

Arbeitsende Maschinen erzeugen Wärme. Wärme provoziert Dehnung. Dehnung innerhalb einer Maschine lässt ihre Präzision auf schrumpfen. Aus diesem Grund hat Okuma das „Thermo Friendly Concept“ (TFC) entwickelt. „Relevant ist das vor allem für große Doppelständerfräsmaschinen“, erklärt Senior Manager Jürgen Kläser. „Denn bei ihnen haben Temperaturschwankungen entsprechend große Auswirkungen.“

Das TFC besteht aus aktiven und passiven Komponenten. Die aktiven basieren auf Sensoren an allen neuralgischen Punkten der Maschine. Dazu zählen etwa die Lagerung der Kugelrollspindel, die Führungen und das Maschinenbett. „Wir wissen aus Berechnungen und Versuchen in Klimakammern, wie sich die gemessenen Temperaturen auf die Größe einzelner Maschinenbestandteile auswirken“, so der technische Betriebswirt. „Bei unserem Maschinenbett beispielsweise beträgt der Längenausdehnungskoeffizient knapp 11 µm pro Meter und Grad Celsius.“

Die Temperatur wird kontinuierlich gemessen und an die Maschinensteuerung übermittelt. Diese passt die Verfahrenswege des Werkzeugs entsprechend an. „Ziel ist es, die Abweichungen in allen Achsen in Summe auf 10 µm zu begrenzen – zu jeder Zeit und bei jeder Temperatur“, so der 56-Jährige.

Ein weiterer aktiver Bestandteil des TFC ist die Temperierung einzelner Maschinenkomponenten, etwa der Kugelrollspindeln oder der RAM-Führung. Dazu sind ölführende Kühlkanäle in die Bauteile integriert. „Genutzt wird dieses Feature vor allem bei Hochgeschwindigkeitsmaschinen“, so Kläser.

Zu den passiven Komponenten des TFC zählt die komplett umlaufende, bis zum Boden rei-

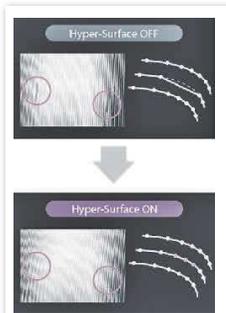
chende Thermoverkleidung der Maschine. Diese verhindert punktuelle Wärmeübertragungen von außen. „Wenn beispielsweise die linke Seite des Portals eine andere Temperatur als die rechte Seite aufweist, verändert sich die Geometrie der Maschine, was extreme Auswirkungen auf die Genauigkeit hat“, so Kläser.

Ein dritter Bestandteil des TFC ist der weitgehend symmetrische Aufbau der Maschine. Einseitige Längenveränderungen werden dadurch vermieden. „Wenn die Maschine wächst, wächst sie insgesamt – wird aber nicht krumm. Sie ändert also ihre Geometrie nicht“, so Kläser. „Das ist ein ganz wichtiger Punkt. Sonst kann die Temperaturkompensation keine Genauigkeit gewährleisten.“

Unter dieser Maßgabe ist auch das Maschinenbett konstruiert. Dessen Verrippung ist so angeordnet und dimensioniert, dass jede Größenveränderung grundsätzlich achsparallel abläuft.

Beim Material des Betts setzt Okuma auf Gusseisen. „Schweißkonstruktionen sind spannungstechnisch immer schwierig“, weiß der Werkzeugmachermeister.

Auch die Maschinensteuerung von Okuma ist auf Präzision ausgerichtet. Ganz neu im Portfolio der Japaner ist die „Hyper-Surface“-Technologie. Sie analysiert und optimiert den gesamten NC-Code eines Bauteils, noch bevor die ersten Späne fliegen. Warum? Kläser erklärt es an einem Beispiel: „Angenommen, wir



Die Hyper-Surface-Technologie glättet das NC-Programm. Die Oberflächenqualität steigt. Foto: Okuma

wollen eine Freiformfläche erzeugen. CAM-Systeme werden dann jede Fräsbahn in einzelne Koordinatenpunkte aufteilen.“ Dabei gelte stets: Je gekrümmter die Bahn und je kleiner die eingestellte Fehlertoleranz, desto höher die Zahl der berechneten Punkte. „Die Steuerungen schauen dabei aber immer nur ein kleines Stück nach vorne. Sie berücksichtigen also nicht, was sie auf der aktuellen Bahn bereits erledigt haben. Und noch weniger achten sie darauf, wie die Punkte auf bereits fertigen Bahnen verteilt waren und wie die kommenden Pfade aufgebaut sein werden.“

Problematisch daran: „Punkte innerhalb benachbarter Bahnen können so zwar die gleichen Abstände zueinander haben, aber gegenseitig leicht verschoben sein“, so Kläser. Eine suboptimale Oberfläche wäre die Folge. „Mit Hyper-Surface passiert das nicht. Die Lösung erkennt die Geometrie der Fläche. Einzelne Punkte werden verschoben, einige gar hinzugefügt.“ Das Ergebnis sei ein homogenes Netz. „Wir glätten also das NC-Programm. Das steigert nicht nur die Oberflächenqualität und verringert den Nachbearbeitungsaufwand, es ermöglicht auch höhere Vorschubgeschwindigkeiten. Ergebnis sind bessere Bauteile in kürzerer Zeit.“

Ein weiterer Trumpf in Okumas Kampf um höchste Präzision ist ein Laser, installiert auf dem Arbeitstisch der Maschine. Mit ihm wird die exakte Werkzeugposition ermittelt. Gemessen wird aber erst, wenn das Werkzeug die Temperatur der Spindel angenommen hat und sich mit Fräsgeschwindigkeit dreht. „So wird der Längenausdehnung des Systems Rechnung getragen“, so Kläser. Außerdem werde das Werkzeug stets in Bearbeitungsposition gemessen.

Da der Laser drehbar angeordnet ist, erfüllt er seinen Zweck auch bei Nutzung von verschiedenen Vorsatzköpfen und variierenden Anstellwinkeln. Vor Verschmutzungen geschützt wird durch mechanische Klappen und Sperrluft.

Geprüft wie gedruckt

3-D-DRUCK: Die Lieferung von Prüfadaptern für Leiterplatten dauert mitunter Monate – ein Dorn im Auge vieler Produktentwickler. Schnell geht es mit 3-D-Druckern, wie Eloprint aus Esslingen beweist.

VON PATRICK SCHRÖDER

Vom Smartphone über Lautsprecher bis hin zur Waschmaschine: Milliarden Leiterplatten sind Bestandteil des Alltags. In nahezu jedem Elektrogerät steckt eine Platine. Und jede einzelne von ihnen muss nach der Produktion zum Funktionstest.

Hier kommen Prüfadapter zum Einsatz. Das sind Metallgehäuse, in die sich die Platinen einspannen lassen, um sie mit Prüfnadeln in Kontakt zu bringen. Das Problem: Die Lieferzeit beträgt oft mehrere Monate. Hersteller von Leiterplatten müssen deshalb die Testgeräte in einem frühen Designstadium in Auftrag. „Prüfadapter spielen dadurch eine viel zu große Rolle in der Produktentwicklung. Ab der Bestellung bin ich als Entwickler eingeschränkt und kann Änderungen am Design der Platine nur noch mit viel Mühe durchführen“, sagt der Elektroniker Georg Pröpper, Gründer der Firma Eloprint aus Esslingen am Neckar.

Seine Alternative: Prüfadapter aus dem 3-D-Drucker, gefertigt aus Kunststoff. „Wir liefern die Adapter typischerweise innerhalb von zwei Wochen. Das additive Fertigungsverfahren bringt somit mehr Flexibilität in die Produktentwicklung und reduziert die Kosten. Ein Prüfadapter aus Metall für eine vier Quadratzentimeter große Platine mit zehn Testpunkten schlägt mit 1500 bis 2000 € zu Buche. Wir senken den Preis auf 650 €.“

Eloprint produziert die Prüfadapter in variabler Größe. Miniausführungen eignen sich für 1 x 1 cm kleine Platinen, Maxiausführungen für bis zu 250 x 4 cm große Bauteile. Doch egal welche Größe – zu Beginn eines Projekts steht Computerarbeit auf dem Programm. Dabei entwickelt das Unternehmen ein 3-D-Modell des Adapters mit einer Computer-Aided-Design CAD-Software (Computer-Aided-Design). Mit diesem Digitalabbild füttern die Mitarbeiter einen 3-D-Drucker. Dieser baut die Bauteile im sogenannten FDM-Verfahren (Fused Deposition Modelling) schichtweise aus schmelzfähigem Kunststoff auf.

Zum Einsatz kommen zudem Drucker, die das Selektive Lasersintern nutzen. Dabei verschmilzt ein Laser Kunststoffpulver Schicht für Schicht. Nach dem Druck folgt wieder Handarbeit.

Mitarbeiter schrauben die Einzelteile zusammen – darunter auch die Hebelmechanik, mit der sich die Platine absenken lässt. Und sie installieren die Elektronik, etwa die Steckverbindungen für Prüfergeräte und gefederte Prüfnadeln. Eine vergleichsweise aufwendige Arbeit. Denn die Prüfpunkte, teilweise sind es über Hundert, müssen millimetergenau positioniert sein. „Einige unserer Kunden versuchten, mit 3-D-Druckern auf eigene Faust Prüfadapter herzustellen. Sie scheiterten oftmals an der Maßhaltigkeit“, erläutert Pröpper. „Mittlerweile zählen Betriebe aus den unterschiedlichsten Branchen zu den Kunden von



Maßarbeit: Für jede Platine entwickelt Eloprint mit einer CAD-Software einen Prüfadapter inklusive Prüfnadeln. Foto: Eloprint



Das Team von Eloprint rund um Gründer Georg Pröpper (re.) verkürzt die Prüfprüfungen von Leiterplatten drastisch. Foto: Eloprint

Eloprint. Darunter nicht nur Fertigungsdienstleister für elektronische Komponenten (EMS), von denen es in Deutschland über 600 gibt. Auch Hersteller von E-Scottern, Kanalisationsrobotern und Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrt setzen auf die Adapter aus Esslingen. Ebenso die Automobilindustrie. Zu den größten Kunden zählt ein Hersteller von Servolenkungen. Läuft die Lenkung an, wenn sie über das Bordnetz angesteuert wird? Diese Frage könnten Mitarbeiter klären, indem sie das Bauteil über eine Steckverbindung mit der Prüfhardware verbinden. Das allerdings ist verboten, da nach dem Test Abriebspuren auf den Kontakten zu sehen sein könnten.

Die Lösung: ein Prüfadapter aus dem 3-D-Drucker. Die Angestellten legen das 25 x 2 cm große Metallgehäuse, in dem Motor und Steuerelektronik sitzt, in die Negativform ein. Unter den 4,5 kg Eigengewicht rutscht das Bauteil nach unten und stellt einen Kontakt mit den Prüfnadeln her. Die Prüfung dauert rund 30 Sekunden. Mit 18 Adaptern prüft das Unternehmen täglich 7500 Servolenkungen.

Pröpper entwickelte in seiner Zeit als angestellter Elektroniker bei Festool Werkzeuge. Unter anderem Akkupacks und Kreissägen. Doch übermächtig war der Wunsch, das eigene Ding auf die Beine zu stellen. 2018 wagte Pröpper deswegen den Schritt in die Selbstständigkeit. Zunächst entwickelte er einen Blumentopf, der automatisch gießt. Mit Erfolg. Ein Investor übernahm das Projekt.

Mit positivem Feedback von Unternehmen im Rücken folgte der nächste Schritt: Pröpper mietete ein Büro, gründete die Firma Eloprint und stellte Mitarbeiter ein. Mittlerweile sind fünf Angestellte für das Start-up tätig. Einen Investor gibt es allerdings nicht. „Ich habe Eigenkapital mitgebracht und möchte, dass die Firma organisch wächst“, so Pröpper. Auf dem Programm stehen nicht nur weitere Bauformen – unter anderem Adapter, die eine doppelseitige Kontaktierung ermöglichen oder sich als Teil von Automationslösungen von Robotern bestücken lassen. Es soll auch eine Expansion in den englischsprachigen Raum folgen. Auch dort wird Eloprint wenig Konkurrenten haben. „Wir kennen kein anderes Unternehmen, das Prüfadapter mit 3-D-Druckern baut.“

Eloprint

- Branche: Prüftechnik
- Gründung: 2018
- Firmensitz: Esslingen am Neckar
- Mitarbeiter: fünf
- Vertrieb: DACH
- Umsatz: k.A.