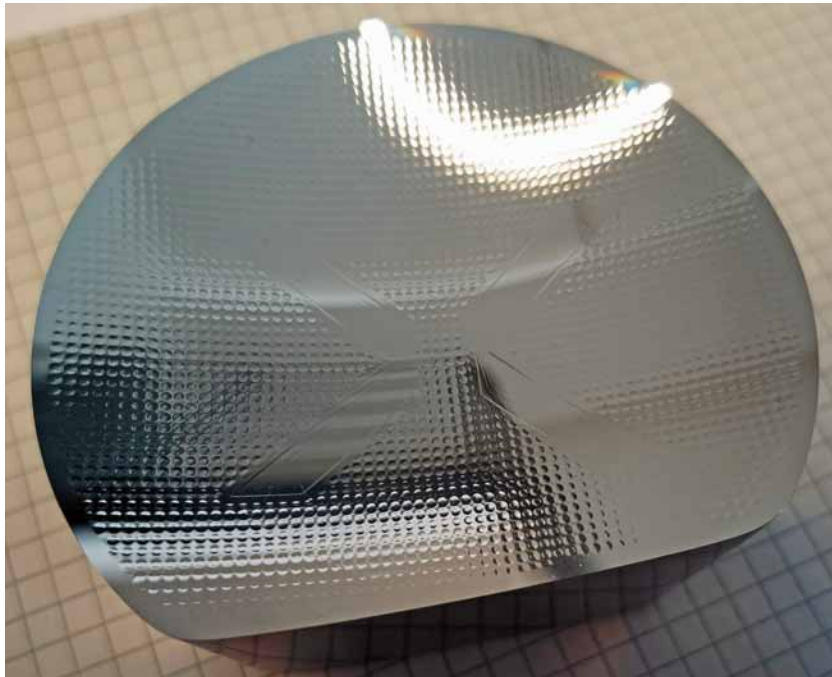


Linsen, Spiegel, Halbleitertechnologie, Laser, Prototypen ...

Ultrapräzisionsbearbeitung von Metallen und Kunststoffen



Experimenteller Formeinsatz aus gehärtetem Werkzeugstahl mit Mikrostruktur, der Hochglanz wird ohne manuelle Nacharbeit erreicht (Foto: Klaus Vollrath)

Bei vielen optischen Komponenten wie Linsen oder Spiegeln sind die Anforderungen an die Genauigkeit der Konturen sowie an die Qualität der Oberflächen nochmals um bis zu einer Zehnerpotenz strenger als bei anderen Verfahren der Mikroproduktion.

Gefordert werden Bruchteile eines Mikrometers bzw. Oberflächenrauheiten im einstelligen Nanometerbereich. Hinzu kommt, dass es in der Regel um gekrümmte Geometrien und teilweise sogar um Freiformflächen geht. Für solche Aufgaben setzt ein

auf Engineering und Dienstleistungen in diesem Bereich speziali-



Besitzerstolz: Die beiden Geschäftsführer Dr.-Ing. Benjamin Bulla (li.) und Dr.-Ing. Olaf Dambon (Foto: Klaus Vollrath)

siertes Unternehmen auf ein Fünffachs-Fräsbearbeitungszentrum mit einer luftgelagerten Hochfrequenzspindel.

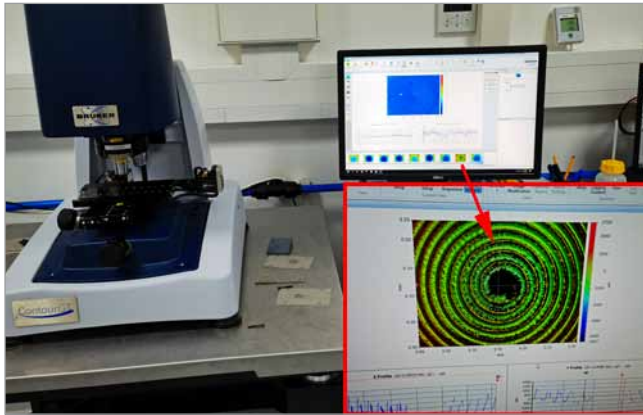
„Wir haben uns auf die Ultrapräzisionsbearbeitung von Metallen und Kunststoffen spezialisiert“, erläutert Dr.-Ing. Olaf Dambon, Geschäftsführer der son-x GmbH in Aachen. Son-x wurde 2011 als Spin-off aus dem Aachener Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT heraus gegründet und ist seitdem schnell gewachsen. Initialzündung war die Entwicklung eines Aktuators, der eine Schneide aus einem Diamant-Einkristall mit Ultraschallfrequenz schwingen lässt. Diese Schneide wird als Drehmeißel auf luftgelagerten Höchstpräzisions-Drehmaschinen eingesetzt. Dank der Unterstützung durch die Vibration ist die Kontaktzeit mit dem Werkstück jeweils extrem kurz, so dass keine thermische bzw. chemische Reaktion zwischen Schneide und Werkstück auftritt. Das ermöglicht den Einsatz der Diamantschneide auch bei der Bearbeitung von Stahl. Einsatzbereiche sind unter anderem Formeinsätze zur

Produktion von Linsen durch Spritzgießen. So entstand das aus Ultraschallgenerator und Werkzeughalter bestehende System „UTS2“ für den Einsatz auf Präzisions-Drehmaschinen. Als weitere



Ursprüngliches Geschäftsmodell von son-x war der Einsatz von Diamantwerkzeugen auf Werkzeughaltern für das Ultrapräzisionsdrehen. Die Halter schwingen dabei im Bereich von Ultraschall-Frequenzen (Foto: Klaus Vollrath)

Produktfamilie sind darüber hinaus auch Ultraschall-Spindeln im Programm.



Son-x verfügt über zahlreiche Systeme für die Qualitätskontrolle von Oberflächen wie dieses Interferometer (Foto: Klaus Vollrath)

PRÄZISIONSBEARBEITUNG UND ENGINEERING ALS DIENSTLEISTUNGEN

„Der optimale Einsatz dieser Lösungen erfordert jedoch auch sehr viel Knowhow, weshalb es sehr viele Kunden vorziehen, fertige Bauteile oder Prototypen zu beziehen“, ergänzt Geschäftsführer Dr.-Ing. Benjamin Bulla. Deshalb baute das Unternehmen neben seiner umfassender Engineering-Kompetenz in der hochpräzisen Bearbeitung von Bauteilen auch entsprechende Fertigungskapazitäten auf. Hergestellt werden sowohl metallische Bauteile aus diversen Legierungen bis hin zu hochharten Stählen als auch Bauteile aus – meist glasklaren – Kunststoffen. Die Stückzahlen reichen vom Einzelstück bis zu mehreren 100 pro Jahr, die Abmessungen bewegen sich zwischen wenigen mm bis zu Durchmessern von 500 mm beispielsweise bei metallischen Spiegeln. Einsatzbereiche sind Optik, Lasertechnik, Sensorik und Astronomie, aber auch Formen für Lichtleit- und Beleuchtungssysteme für die Automobilindustrie. Hinzu kommen optische Arrays sowie reine Forschungsanwendungen, wie z. B. Spiegel für die Wendelstein-7-X-Anlage für Kernfusionsexperimente des Max-Planck-Instituts in Greifswald.

EINSTIEG IN DAS 5-ACHS-FRÄSEN

„Mit der Zeit erhielten wir immer häufiger Anfragen zu Teilen, deren Geometrie zu komplex war, um sie durch Drehbearbeitung darstellen zu können“, erinnert sich Dr. Dambon. Für die Suche nach einer hierfür geeigneten Maschine wurden zunächst ein Lastenheft erstellt und eine Testgeometrie entworfen. Anschließend begann die Ermittlung möglicher Lieferanten. Der Kontakt mit Fa. Röders kam 2016 auf der Messe Optatec zustande, wo die



Fräswerkzeug mit Diamantspitze für die Bearbeitung von Nichteisenmetallen auf der Röders-Fräsmaschine (Foto: Klaus Vollrath)



Blick in den Arbeitsraum der RXP 601 DSH. Auf dem Dreh-Schwenktisch befindet sich ein Formeinsatz für Lichtleiter, wie sie im Automobilinterieur zum Einsatz kommen (Foto: Klaus Vollrath)

Firma unter anderem qualitativ hochwertig bearbeitete Formeinsätze ausgestellt hatte. In die engere Wahl kamen schließlich neben Röders noch vier weitere auf dem Gebiet der Hochpräzisionsbearbeitung tätige Maschinenhersteller, darunter drei Japaner. Nach intensiven Vorgesprächen erhielten die Kandidaten schließlich die CAD-Daten für ein Testbauteil, das die wesentlichsten Herausforderungen der gewünschten Aufgabenstellung aufwies. Bei diesem Vergleich schnitt das von Röders bearbeitete Probeteil am besten ab. Da auch die vorgängige Beratung überzeugt hatte, erhielt der Soltauer Maschinenhersteller den Zuschlag für ein 5-Achs-Fräsbearbeitungszentrum des Typs RXP 601 DSH.

BESONDERHEITEN DER RÖDERS RXP 601 DSH

„Bei unseren Präzisionsanforderungen standen die Faktoren Steifigkeit, Laufruhe und thermische Stabilität weit oben auf der Prioritätenliste“, sagt Dr. Bulla. Im Vergleich zur Winzigkeit der zu bearbeitenden Details und der dafür eingesetzten Mikrowerkzeuge wirkte die auch für härteste Schruppbearbeitungen geeignete Röders-Fräse auf den ersten Blick eher überdimensioniert. Doch genau diese Masse und die Maßnahmen, die der Hersteller zur Gewährleistung höchster Präzision der Bearbeitungsergebnisse ergriffen habe, wirkten sich im vorliegenden Fall ausnehmend positiv aus. Bei der Bearbeitung aufwendiger optischer Arrays mit Hunderten winziger Kavitäten für Linsen dauere ein Job manchmal mehr als 50 Stunden, und in dieser Zeit müsse der Referenzpunkt der Maschine äußerst stabil bleiben, damit die exakte Ausrichtung jeder Linse gewährleistet bleibt. Die RXP 601 DSH erreiche dies dank ihrer Linear-Direktantriebe, hochpräziser Linearführungen und eines reibungsfreien Gewichtsausgleichs für die Z-Achse in Verbindung mit hochgenauen optischen Maßstäben. Die Steuerung vergleicht mit ihrer Racecut-Funktionalität die Ist- und Sollpositionen sämtlicher Achsen 32.000 Mal in der Sekunde und korrigiert so selbst minimalste Bahnabweichungen schon in der Entstehungsphase. Für besondere thermische Stabilität sorgt ein Temperiermedium, das durch alle wichtigen Bauteile der Anlage zirkuliert und dessen Vorlauftemperatur mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02\text{K}$ konstant gehalten wird. Natürlich wird auch die Temperatur der Halle, in der die Anlage steht, durch eine Klimaanlage stabil gehalten. Tüpfelchen auf dem i ist schließlich die Sonderausstattung mit einer luftgelagerten, vektorgesteuerten Levicron-Spindel mit bis zu 60.000 UPM. Mit dieser Spindel ist es aufgrund ihrer Laufruhe und hohen Dämpfung möglich, in allen Materialien Oberflächen in höchster Güte herzustellen. Da hierdurch auf manuelle Nacharbeit verzichtet werden kann, kann es auch nicht zu den dabei oft unvermeidlichen Verfälschungen der Oberfläche oder der Geometrie kommen. Weitere wesentliche Voraussetzung für Spitzenresultate ist auch die hohe Genauigkeit der Bahnplanung der Maschine. Im Zusammenspiel mit von einem leistungsfähigen CAM-System in höchster Genauigkeit errechneten NC-Programmen wird so die gewünschte CAD-Geometrie ohne Verfälschung oder Verschleifung tatsächlich im Werkstück abgebildet.



Die Mitarbeiter kamen mit der neuen Steuerung schnell zurecht, da diese sehr intuitiv zu bedienen ist (Foto: son-x)



Sehr geschätzt wurde auch, dass an der Steuerung Heidenhain®-kompatible Zyklen genutzt werden können (Foto: Klaus Vollrath)

ERFAHRUNGEN MIT LIEFERUNG, EINARBEITUNG UND SCHULUNG

„Das Bearbeitungszentrum wurde im Oktober 2018 angeliefert und konnte innerhalb von nur einer Woche in Betrieb genommen werden“, weiß Dr. Dambon. Ähnlich reibungslos verlief auch die viertägige Schulung. Die Mitarbeiter seien mit der neuen Steuerung schnell zurechtgekommen, da diese sehr intuitiv zu bedienen sei. Der Umstieg von den Heidenhain-Steuerungen, mit denen sie bereits vertraut waren, sei erfreulich einfach gewesen. In diesem Zusammenhang war es natürlich hilfreich, dass die Röders-Steuerung auch direkt mit Heidenhain®-Zyklen programmiert werden kann. Auch die Datenübernahme von der bei son-x eingesetzten CAM-Software funktionierte reibungslos. Als ebenso zufriedenstellend hätten sich Beratung und Unterstützung in der Hochlaufphase erwiesen. Wenn es dabei zu Problemen kam, sei die Hilfestellung schnell und mit hoher Kompetenz erfolgt. An der Maschine selbst sei es nur einmal zu Störungen durch ein Schalterproblem gekommen, was jedoch schnell mithilfe der Fernwartung diagnostiziert und behoben werden konnte. In den inzwischen mehr als zwei Jahren Zusammenarbeit habe man Röders als langfristig zuverlässigen Partner kennengelernt.

MIT DEN ERGEBNISSEN HOCH ZUFRIEDEN

„Da wir viele langlaufende Jobs haben, ist für uns neben der kurzzeitig möglichen Präzision auch die Langzeitstabilität des Referenzpunktes entscheidend“, verrät Dr. Bulla. Und da sei man von der Röders-Anlage wirklich beeindruckt. So habe man Formen für Arrays von hunderten Kunststoff-Linsen bearbeiten müssen, deren Formabweichung maximal 316 nm, d. h. 0,316µm (!) betragen durfte. Dieser Wert werde auch nach einer Einsatzzeit von 50 h selbst bei der letzten Linse des Arrays noch zuverlässig eingehalten. Positiv überrascht sei man auch über die Arbeitsgeschwindigkeit. Inzwischen kämen bereits so viele Aufträge herein, dass die Maschine nahezu vollständig ausgelastet sei. „Wir sind sehr zufrieden, die erwarteten Ergebnisse sind da und wurden teilweise sogar noch übertroffen“, fasst Dr. Bulla seine Erfahrungen zusammen.

Klaus Vollrath, b2dcomm.ch

Adressen

son-x GmbH,
Gewerbepark Brand 15, 52078 Aachen, Deutschland
Tel. +49-241-927800-10, Fax +49241-927800-99,
info@son-x.com, www.son-x.com

Röders GmbH,
Gottlieb-Daimler-Str. 6, 29614 Soltau, Deutschland
Tel. +49-5191-603-43, Fax +49-5191-603-38,
hsc@roeders.de, www.roeders.de

DIE RÖDERS RXP 601 DSH

Die Röders HSC-5-Achs-Fräsmaschine RXP 601 DSH wurde für höchste Genauigkeitsanforderungen bei zugleich hohen Zerspanungsleistungen insbesondere bei der Bearbeitung harter Werkstoffe ausgelegt. Sie verfügt über reibungsfreie Linear-Direktantriebe, die in Kombination mit 32-kHz-Reglern in allen Achsen eine ebenso dynamische wie auch hochpräzise Bearbeitung ermöglichen. Wesentliche Voraussetzung hierfür sind hochgenaue optische Maßstäbe in allen Achsen – wenn es um Präzision geht, werden keine Kompromisse gemacht. Die Maschine kann aufgrund ihrer Genauigkeit und Dynamik auch zum Koordinatenschleifen eingesetzt werden. Zusätzlich weist die Z-Achse einen patentierten reibungsfreien Vakuum-Gewichtsausgleich auf.

Zur Gewährleistung höchster thermischer Stabilität verfügt die Anlage über ein ausgeklügeltes Temperaturmanagement. Die Temperatur des Mediums, das alle wesentlichen Anlagenkomponenten durchströmt, wird mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ K, bei bestimmten Anwendungen auch $\pm 0,02$ K geregelt. Weitere Besonderheit ist eine eigene, auf PC-Technologie basierende Steuerung, deren Funktionalitäten genau auf die spezifischen Aufgabenstellungen HSC-Hochpräzisionsfräsen bzw. Koordinatenschleifen zugeschnitten sind. Da Röders die Steuerung auf Basis von Industrie-PCs und des Windows-Betriebssystems selbst entwickelt hat, sind auf Wunsch jederzeit Updates sowohl der Hardware als auch der Software verfügbar, so dass ein Veralten der Maschinen seitens ihrer Steuerung quasi nicht mehr vorkommen kann. Bei der aktuellen Ausbaustufe der Steuerung mit der Funktion Racecut erfolgt die Korrektur von Bahnabweichungen mit der außergewöhnlich hohen Abtastfrequenz von 32 kHz in jedem Regelkreis. Dies ermöglicht deutliche Bearbeitungszeitreduktionen bei zugleich optimaler Oberflächengüte. <<