

Optische Funktionsflächen einfach fräsen

Die Fertigung optischer Funktionsbauteile erfordert eine hohe Präzision und Oberflächengüte selbst bei komplexen und filigranen 3D-Mikrostrukturen. Aufgrund kürzerer **ITERATIONSSCHLEIFEN** erhält beim Graveurbetrieb Leonhardt in Hochdorf das Mikrofräsen immer häufiger den Vorzug gegenüber dem Erodieren.

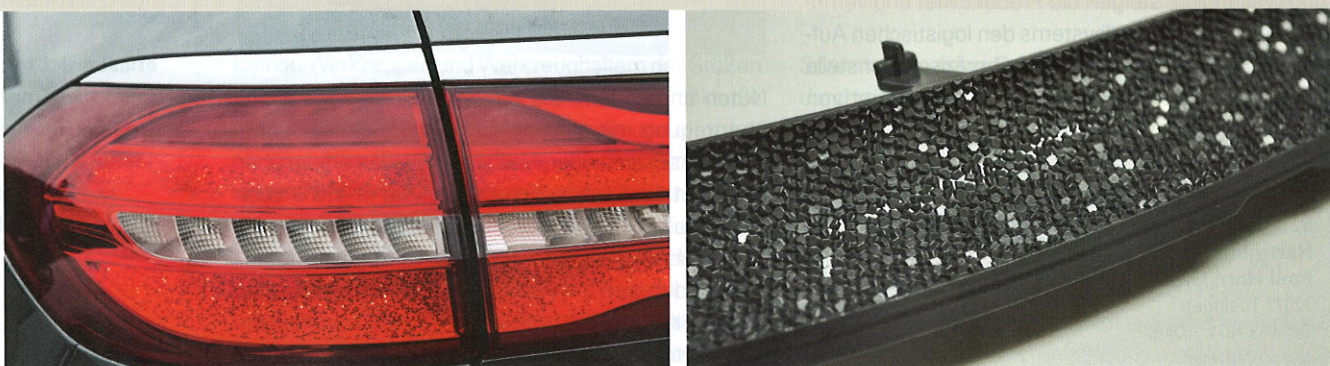


Bild 1 und 2. Spritzgussteile für Automobilrücklichter mit komplexer 3D-Struktur, die mittels Mikrofräsen hergestellt wurde

FRANK DEITER

LEDs setzen ihren Siegeszug als effiziente und langlebige Leuchtmittel weiter fort. Ob im Automobil oder im Consumerbereich – ohne eine anwendungsspezifische und ästhetisch anspruchsvolle Lichtformung wäre der Erfolg der LEDs nicht möglich. Der Kreativität der Entwickler sind dabei kaum mehr Grenzen gesetzt (**Bild 1 und 2**). Zu den Unternehmen, bei denen Optikentwickler mit ihren Produktideen besonders häufig vorsprechen, gehört auch Leonhardt e.K. aus Hochdorf nahe Esslingen. Mit gerade 25 Mitarbeitern hat sich das Unternehmen deutschlandweit als Innovationschmiede einen Namen gemacht. Die ausgeprägte Innovationskultur spiegelt sich unter anderem in einem breit angelegten Technologie-

spektrum wider, beispielsweise beim Draht- und Senkerodieren, 3D-Laserstrukturieren, der Ultrasonic-Bearbeitung oder beim 5-Achs-Simultan- und Mikrofräsen. Zudem koexistieren Bearbeitungszentren modernster Bauart mit jahrzehntealten Gravier-, Kopier- und Poliermaschinen.

Breites Technologiespektrum

»Wir verfügen nicht nur über die Maschinenteknik, sondern auch über qualifizierte Mitarbeiter, wie sie sich heute nur schwer am Arbeitsmarkt finden lassen. Für unsere Kunden, für die wir häufig Prototypen fertigen, spielt es keine Rolle, wie die Teile gefertigt werden. Oftmals steht die Machbarkeit im Fokus, und deshalb bedienen wir uns aller verfügbaren technischen Möglichkeiten«, begründet Dr. Wolfgang Leonhardt, Inhaber des Werkzeug- und Formenbaubetriebs, die bemerkenswerte Vielfalt des Maschinenparks. Im Messraum zeigt sich das hohe Genauigkeits-Level in Gestalt multisensorischer Koordinatenmessgeräte und Messmikroskope.



Bild 3. Hochgenauigkeits-Bearbeitungszentrum »iQ300« von Makino: dank zahlreicher Features für optische und hochgenaue Funktionsflächen prädestiniert

> KONTAKT

HERSTELLER
Leonhardt e.K.
 73269 Hochdorf
 Tel. +49 7153 9594-0
 Fax +49 7153 9594-99
www.leonhardt-gravuren.de

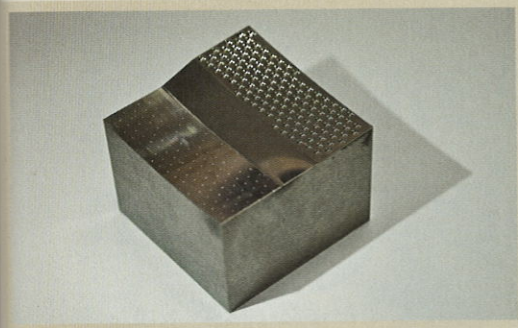


Bild 4. Glanzgefrästes Bauteil mit innenliegenden Mikroradien $R = 0,1$ mm, bearbeitet in gehärtetem Werkzeugstahl: Das nachträgliche Polieren wird minimiert oder entfällt ganz

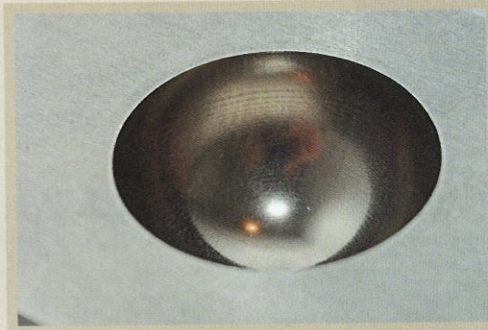


Bild 5. Hohe Formgenauigkeit und Oberflächen-güte für kurze Polierprozesse: erodierpolierte Halbkugel mit Radius 15 mm, einer Maßgenauigkeit von $1 \mu\text{m}$ bei einer Rauheit von $R_a = 0,1 \mu\text{m}$

Optiken und Strukturen nach Maß

Aufgrund ihrer hohen Präzision auch bei besonders lang dauernden Bearbeitungsaufgaben sind Draht- und Senkerodiermaschinen sowie Mikrofräszentren des japanischen Herstellers Makino zumeist für optische Funktionsbauteile vorgesehen. Jüngstes Mitglied im Maschinenpark ist das Hochgenauigkeits-Bearbeitungszentrum »iQ300« von Makino (**Bild 3**). Es spielt überall dort seine Trümpfe aus, wo das Mikrofräsen von filigranen Konturen mit gleichzeitig hoher Oberflächengüte vonstatten gehen soll. Aufgrund seiner hohen Robustheit dient es auch zur Hartbearbeitung von Werkstoffen mit bis zu 67 HRC.

Manuelles Polieren, Erodierpolieren oder Glanzfräsen

Auch wenn das Unternehmen über einen großen Erfahrungsschatz beim manuellen Polieren verfügt, bleiben der fachliche und zeitliche Aufwand hoch – bei gleichzeitigen Einbußen in Bezug auf Genauigkeit und Reproduzierbarkeit. Das Maschinenkonzept der iQ300 zielt daher auf die weitgehende Eliminierung manueller Nacharbeit ab. Im Falle optischer Funktionsflächen, beispielsweise für Scheinwerfer-Komponenten, heißt das, dass eine hohe Präzision mit einer optischen Oberflächenqualität von $R_a < 0,05 \mu\text{m}$ einhergeht.

Als besonderes Feature verfügt die iQ300 seit Neuestem über die Option »Mirror Surface Finish«. Sie ermöglicht es dem Anwender, beispielsweise PKD-Werkzeuge direkt in der Maschine abzurichten. Diese Option erhöht nochmals die Rundlauf- und Konturgenauigkeit des Werkzeugs und ermöglicht die Fertigung optischer Flächen mit R_a -Werten

bis zu 1 nm und einer 3D-Formgenauigkeit von $\pm 1 \mu\text{m}$ direkt in der Maschine. Manuelles Polieren oder Schleifen wird somit weitgehend substituiert (**Bild 4**).

»Jede Fläche, die glanzgefräst werden kann, macht den Prozess deutlich schneller. Insbesondere bei sehr geringem Materialabtrag wächst der zeitliche Aufwand beim Erodierpolieren exponentiell, da die Funkenbildung schwerer anzuregen und zu steuern ist«, benennt Leonhardt die Präferenzen (**Bild 5**). »Das manuelle Polieren ist zwar schnell, aber sehr vom Geschick des Mitarbeiters und dem Zustand der Grundfläche abhängig und daher nicht immer einhundertprozentig reproduzierbar. Beim Glanzfräsen reduziert sich dieser mitarbeiterabhängige Anteil auf ein Fünftel, der weitaus größte Anteil am Bearbeitungsergebnis stammt hingegen von der Maschine und der Datengenerierung.«

Rundlaufgenauigkeit und Schwingungsdämpfung

Zu einer hohen Laufruhe und Rundlaufgenauigkeit des Werkzeugs trägt außerdem die Makino-spezifische »Under Race Lubrication« bei. Diese besondere Schmierung des Spindelhauptlagers sorgt gleichzeitig für eine hohe Lebensdauer der Spindel. Die hohe Rundlaufgenauigkeit und die minimierten Vibrationen führen zudem zu einer langen Standzeit des meist kostspieligen und empfindlichen Fräswerkzeugs. Auch die Rollenführungen des mittels Linearmotoren angetriebenen Achssystems sorgen für ein hohes Dämpfungsvermögen, was ebenfalls die erzielbaren Oberflächengüten günstig beeinflusst. Mit der HSK-E32-Werkzeugaufnahme können Werkzeuge von 12 mm bis hinunter zu 0,03 mm Durchmesser sicher gespannt werden. ▶

ZECHA
GERMANY

PROFIWerkzeuge
VOM SPEZIALISTEN
FÜR EXPERTEN!

DIE NEUE GENERATION
THE NEW GENERATION

FÜR HARTE WERKSTOFFE BIS
HRC 67
FOR HARD MATERIALS UP TO

Besuchen Sie uns:

MOULDING
EXPO

Stuttgart
30. 5. bis 2. 6. 2017
Halle 5 • Stand 5B42



PEACOCK

Die Evolution unserer Fräswerkzeuge für harte und pulvermetallurgische Stähle bis 67 HRC

Erweitertes Einsatzfeld durch neueste WAD-Beschichtungstechnologie!

Speziell entwickelte Schneidengeometrie für das Fräsen von hochfesten Werkstoffen.

Jedes Werkzeug ist 100 % vermessen! Die Ist-Maße sind auf dem Verpackungslabel angegeben.

www.zecha.de



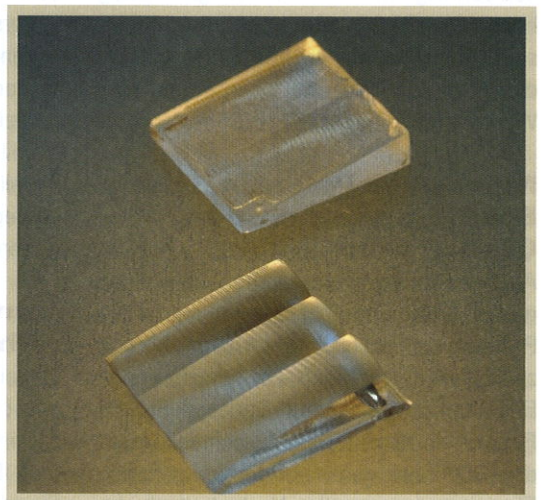
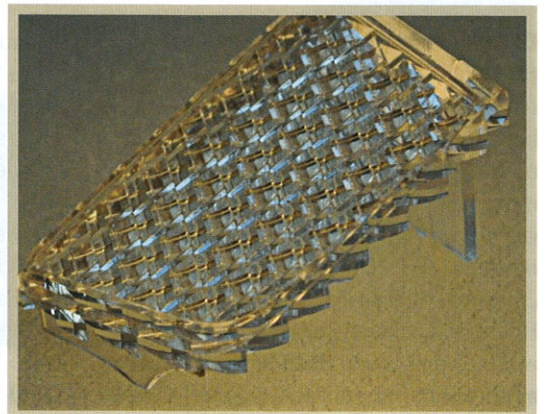
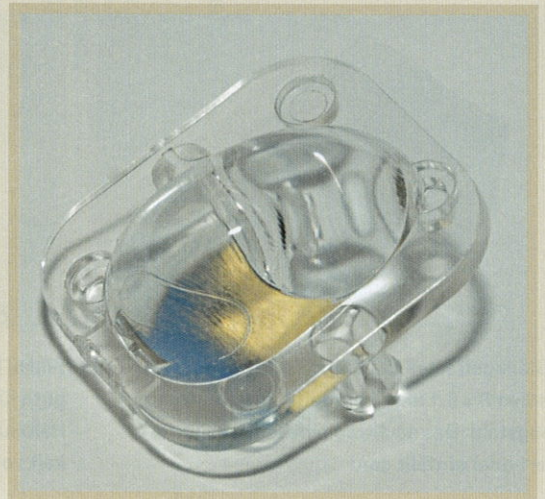
Bild 6. Dr. Wolfgang Leonhardt, Inhaber des Graveurbetriebs, mit einer hartgefrästen Fläche mit optischer Oberflächengüte: Selbst kleinste Änderungen im Prozess machen sich optisch bemerkbar

kühlte Frässpindel mit Drehzahlen bis zu $45\,000\text{ min}^{-1}$, die auch bei langen Bearbeitungszeiten ein konstantes Thermomanagement und im Ergebnis reproduzierbare Fräsresultate ermöglicht. Integrierte Werkzeuglängen-Messsysteme steuern die Z-Position des Werkzeugs unabhängig von der Drehzahl auf $\pm 1\ \mu\text{m}$.

Manuelles Polieren für den letzten Schliff

Ist das manuelle Polieren damit obsolet? »Nein, das menschliche Auge kann die optische Qualität einer Fläche, beispielsweise bestimmte Fräsmuster, Flächenfehler durch die Triangulation bei Fräsbahngenerierung des CAD/CAM-Systems oder Lichtkanten, besser beurteilen, als es jedes optische Messgerät erfassen könnte«, zeigt sich Leonhardt sicher. Problematisch beim Polieren ist zudem die Tatsache, dass Rauheitswerte immer gemittelte Werte über eine Fläche oder Linie sind, die nicht immer den tatsächlichen optischen Charakter einer Fläche widerspiegeln (Bild 6). »Deshalb werden wir das manuelle Polieren sicher auch in Zukunft noch benötigen, möchten es aber auf das absolut notwendige Maß beschränken.« (Bilder 7 bis 9)

Auch in der Handhabung der optischen Flächen ist Vorsicht geboten: Jeder Fingerabdruck oder Schmiermittlrückstand kann Flecken hinterlassen, die den optischen Eindruck nachhaltig beeinträchtigen. Selbst die Rauheit kann nur optisch gemessen werden: »Ein taktiler Rauheitsmessgerät würde einen Kratzer hinterlassen und das Bauteil beschädigen«, benennt Leonhardt das Problem. Bereits das



Bilder 7 bis 9. Filigrane optische Komponenten, teilweise mit überlagerten Mikrostrukturen zur anwendungsgerechten Lichtformung

Abblasen der optischen Bauteile mit Druckluft wird daher vermieden.

Dass die hohe Genauigkeit und Temperaturstabilität der iQ300 sehr lange Bearbeitungszeiten ermöglicht, kommt auch der Kalkulation zugute. Selbst ein mannloser und hochautomatisierter Prozess lässt sich damit realisieren, was den Produktideen der Optikentwickler leichter zur Umsetzung und Marktakzeptanz verhilft. ■

MI110481