Zähmung der widerspenstigen Werkstoffe

Hochharte Werkstoffe wie Keramik, Hartmetall, Saphir oder Rubin bilden häufig die Basis für **PRODUKTINNOVATIONEN** in Branchen wie der Medizin- oder Messtechnik. Welche Besonderheiten die Bearbeitung dieser Hochleistungswerkstoffe mit sich bringt, zeigt ein Besuch bei einem Meister seines Fachs.

Bild 1. Von der Feinmechanik zur mikromechanischen Baugruppe: Bauteile aus ultraharten Werkstoffen wie Keramik, Hartmetall, Saphir und Rubin sorgen für Produktinnovationen in einem breiten Branchenspektrum

FRANK DEITER

Das Schweizer Juragebirge und besonders das kleine Vallée de Joux nahe der französischen Grenze beherbergen nicht nur eine Vielzahl berühmter Uhrenmanufakturen wie Breguet, Jaeger LeCoultre, Audemars Piguet oder Blancpain. Im Schatten dieser Leuchttürme der Uhrmacherkunst findet sich auch eine Fülle von Hightech-Schmieden, deren feinmechanisches Know-how weit über die Grenzen der Uhrenindustrie hinaus gefragt ist. Zu diesen Traditionsunternehmen gehört das Familienunternehmen Piguet Frères in Le Brassus. Die Bearbeitung von Lagersteinen aus Rubin für die Uhrenindustrie bildetete den Ausgangspunkt für die Gründung des Unternehmens im Jahr 1887. Heute kommen hingegen weniger als ein Prozent der Aufträge aus der Uhrenbranche **(Bild 1)**. »Mit der konsequenten Automation der Arbeitsgänge in den 80er-Jahren ist uns schnell der Einstieg in neue Märkte geglückt, in denen neben der Präzision auch die Prozesssicherheit und Effizienz eine tragende Rolle spielen«, erläutert Pierre-André Meylan, in vierter Generation Geschäftsführer des Familienunternehmens.

Gründe für die Neuorientierung des Unternehmens finden sich vor allem in der steigenden Nachfrage nach ultraharten Werkstoffen in Branchen wie der Medizintechnik, der Messtechnik oder dem Laborgerätebau. Auf der Kompetenz in der Bearbeitung von Rubinsteinen aufbauend, wurde schnell die Bearbeitung weiterer moderner Werkstoffe in Angriff genommen, zu denen neben Rubin und Saphir auch verschiedene Keramiksorten und Hartmetalle gehören.

Der Maschinenpark ist dabei so facettenreich wie die zumeist filigranen und komplexen Bauteile in den verschiedenartigen Werkstoffen und Losgrößen. »Alle Maschinen sind für die Bearbeitung kleiner Teile konzipiert«, berichtet der groß gewachsene Schweizer, der das feinmechanische Erbe der Uhrenindustrie durchaus zu pflegen weiß **(Bild 2)**. Anzutreffen sind ebenso zahlreiche ältere Maschinen, deren mechanisches Prinzip nichts von seiner Funktion eingebüßt hat. Im Gegensatz zur zurückliegenden Ära der

> KONTAKT

HERSTELLER
Piguet Frères S.A.
CH-1348 Le Brassus
Tel. +41 21 8451000
Fax +41 21 8451009
www.piguet-freres.ch

Bilder: Piguet Frères (1, 3, 5, 6)

Bild 2. Faible für feinmechanische Härtefälle: Pierre-André Meylan, Geschäftsführer des Familienunternehmens Piguet Frères, bringt feinmechanische Kompetenz und werkstofftechnisches Know-how zusammen

Bild 3. Hart und spröde: Bei der Feinbearbeitung der Rubinsteine ist besondere Sorgfalt gefragt, damit es zu keinen Abplatzungen oder Mikrorissen kommt

Lagersteinbearbeitung, in der ein kleineres Spektrum von Rubinsteinen mit einem hohen manuellen Arbeitsanteil gefertigt wurde, sind die Maschinen heute jedoch CNC-gesteuert und mit moderner Antriebstechnik versehen. Anzutreffen sind CNC-Maschinen für das Diamantschleifen zylindrischer oder kubischer Keramikteile, für das Bohren feinster Rubinkugeln sowie zum Schleifen von Radien, zum Polieren flacher Saphirscheiben und vieles mehr. Typisch sind Maschinen mit zwei Hochfrequenz-Motorspindeln mit Drehzahlen von 60 000 min^{-1}, Werkzeugwechsler und mehreren Bearbeitungsstationen zum Diamantschleifen der Keramikbauteile. »Damit können wir sehr flexibel und kostengünstig fertigen«, erläutert der Fachmann.

Weil die Teile nicht nur sehr hart, sondern auch sehr stoßempfindlich sind, fallen eigentlich simple Arbeitsschritte wie das Bohren ungleich komplizierter aus: Anstatt beispielsweise feine Kugeln aus synthetischem Rubin für das Bohren einfach in eine Spannzange aus Stahl zu spannen, werden diese aufwendig in Spannvorrichtungen eingeklebt. »Selbst ein kleiner Stoß könnte in den Teilen einen Riss induzieren, der im späteren Betrieb zu Abplatzungen und damit zu Ausschuss führen könnte«, erläutert Meylan den Umgang mit den hartspröden Werkstoffen **(Bild 3)**.

Absaugung der Schleifstäube ist Pflicht

Wegen der hochabrasiven Wirkung der anfallenden Schleifstäube sind alle Maschinen mit Absaugvorrichtungen und speziellen Dichtungen ausgestattet. Die Motorspindeln verfügen zusätzlich über besondere Schmiervorrichtungen. Die Aggressivität der Schleifstäube zwingt dennoch dazu, einmal pro Jahr eine gründliche Überholung der Maschinen durchzuführen.

Neben den modernisierten Maschinen älteren Jahrgangs existiert auch eine Vielzahl moderner Bearbeitungszentren, auf denen filigrane Teile aus unterschiedlichen metallischen Werkstoffen gefertigt werden, beispielsweise Titan, Bronze, Nickel, diverse Nickellegierungen und Kunststoffe wie PEEK. Bei den Drehmaschinen handelt es sich beispielsweise um ein CNC-Drehzentrum ›CL1500‹ von Mori Seiki oder CNC-Drehmaschinen ›125 CCN‹ des schweizerischen Herstellers Schaublin. »Auch bei sehr kleinen Teilen ist es besser, eine größere, aber dafür sehr temperaturstabile und vibrationsarme Maschine zu verwenden«, begründet Meylan die dem Anschein nach teilweise ▶

Bilder: Deiter (2, 4, 7)

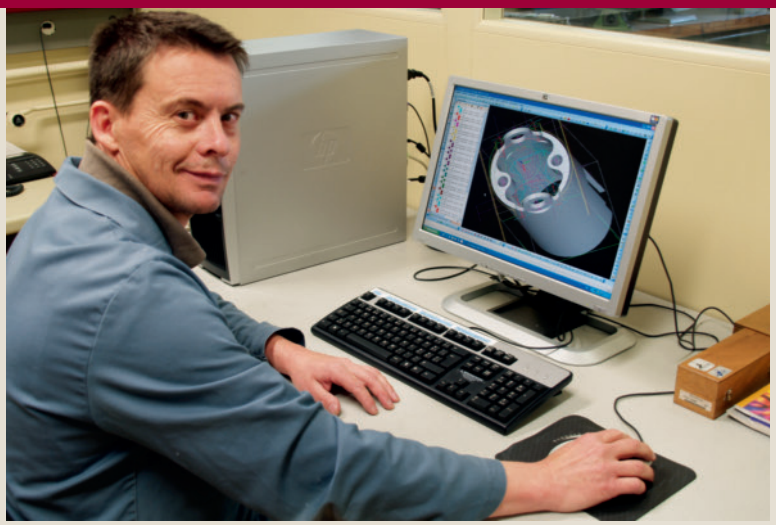

Bild 4. Fingerspitzengefühl entlang der gesamten Prozesskette: Patrick Romand übernimmt jeden Bearbeitungsschritt, von der Programmierung im CAM-System über das Rüsten der Maschine bis hin zur Nachbearbeitung der fertigen Bauteile

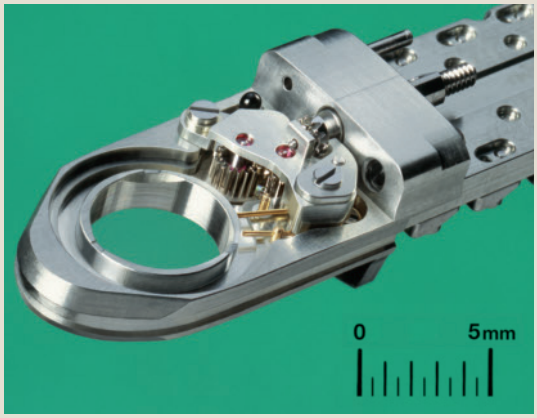

Bild 6. Ultraschallsonde für die Kardiografie: Die Fertigng aller mechanischen Komponenten erfolgt aus einer Hand

überdimensionierte Maschinenauswahl. Bei den Fräsmaschinen dominieren Maschinen der Modelle ›Robodrill T21iC‹ aus dem Hause Fanuc. Die kompakten Maschinen sind standardmäßig als dreiachsige Bearbeitungszentren ausgeführt, die sich mithilfe eines Teilapparates aber auch für die Bearbeitung in fünf Achsen aufrüsten lassen. »Fanuc ist eigentlich für moderne CNC-Steuerungen, elektrische Antriebe und Roboter bekannt. Die Robodrill-Maschinen profitieren damit ebenfalls von moderner Steuerungs- und Antriebstechnik«, zeigt sich Meylan überzeugt und erläutert die Organisation zur Fertigung der zumeist sehr komplexen filigranen Bauteile.

Flexibilität ist Trumpf

Angesichts der kleinen und kaum vergleichbaren Bauteile, die in der Regel in Losgrößen zwischen zehn und mehreren Hundert geordert werden, sind alle Abläufe auf Flexibilität getrimmt. Die Arbeit seiner Fachkräfte beginnt schon beim Rüsten der Maschine und dem Bau spezieller Spannvorrichtungen und setzt sich bei der eigenständigen CAM-Programmierung fort **(Bild 4)**. Um die Nebenzeiten auf ein Minimum zu reduzieren, betreut ein Mitarbeiter meist zwei Maschinen gleichzeitig. »Unsere Mitarbeiter müssen alle Prozessschritte beherrschen. Dazu braucht man ein großes Prozessverständnis und feinmechanisches Fingerspitzengefühl«, erläutert Meylan. Dass es der Chef daran selbst nicht fehlen lässt, zeigt sich bei der Präsentation zahlreicher Referenzwerkstücke, die in ihrer geometrischen und werkstofftechnischen Vielfalt eher an ein feinmechanisches Atelier denken lassen.

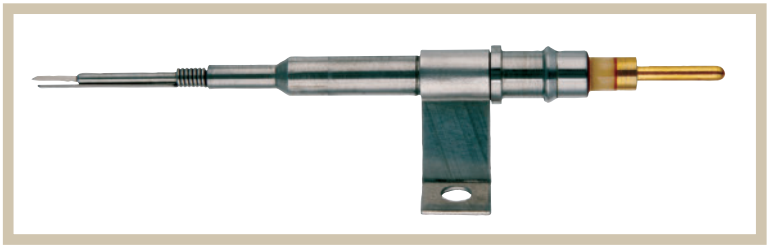

Bild 5. Messsonde für Öl-Probebohrungen: Neben der Fertigung der filigranen Metall- und Keramikkomponenten wird auch die Montage der Baugruppe und der Test in einer Hochdruckkammer übernommen

Feinmechanisches Atelier und Produktionsbetrieb

Bei allen Teilen kann der Fachmann nicht nur mit einer ausgeklügelten Fertigungsstrategie und werkstofftechnischen Kenntnissen glänzen, auch die Einsatzbedingungen der Produkte hat Meylan genau im Blick. So zum Beispiel im Falle einer Messsonde für Öl-Probebohrungen, die aus ineinander verschachtelten und gegeneinander isolierten Hülsen aus verschiedenen Materialien besteht und die bei Piguet Frères komplett produziert wird **(Bild 5)**. Neben der Fertigung der präzisen Komponenten und dem Zusammenbau der Sonde übernimmt der Fachmann darüber hinaus die Prüfung der Sonde in einer Druckkammer mit bis zu 1000 bar und Temperaturen von 150 °C. Damit praxisnahe Prüfbedingungen herrschen, werden die Sonden während der Prüfung zusätzlich in Salzwasser gelegt.

Verschiedene Materialkombinationen finden sich an einer Fülle weiterer Teile. Zwischen den Fingerspitzen hält Meylan sogleich eine 4,50 mm lange Titanhülse mit einem Durchmesser von gut 1 mm und einer Innenbohrung mit 0,42 mm. Ein 8 mm langer Saphirzylinder mit einem Durchmesser von 0,40 mm wird später in die Hülse gelötet. Unter Druck und bei Temperaturen von mehr als 350 °C ermöglicht der Saphirzylinder eine optische Messung von Luftblasenvorkommen im Wasser.

Im Stile eines Uhrmachermeisters fingert der Fachmann in einer Edelholzkiste und holt eine Sonde für die Ultraschall-Kardiografie heraus, deren Sensorkopf in zwei Freiheitsgraden bewegt werden kann. Bis auf die Kleinstantriebe und die elektrischen Anschlüsse stammen alle Edelstahlkomponenten aus der eigenen Fertigung und werden als komplette Baugruppe in ein Kunststoff-Gehäuse montiert **(Bild 6)**.

Beim Rundgang durch die Montage-Abteilung herrscht ebenso die Stille und gespannte Atmosphäre einer Uhrmacherwerkstätte: Unter dem Mikroskop werden die winzigen Bauteile an mehreren Hand-

© Carl Hanser Verlag, München

Bild 7. Manuelle Montage der Ultraschallsonde und Einkleben in ein Kunststoffgehäuse: Auch der Austausch von Verschleißteilen gehört dazu

arbeitsplätzen gereinigt, poliert, geklebt, gelötet oder verschraubt **(Bild 7)**. Auch die Präparation der Kunststoffteile für einen anschließenden Klebeprozess mittels einer Plasmaanlage gehört mitunter zum Arbeitsumfang, ebenso wie das Lasermarkieren neuer und das Aufbereiten verschlissener Baugruppen.

Auf leisen Sohlen wieder in die Fertigung zurückgekehrt, ist der Rundgang entlang der facettenreichen Prozesskette keinesfalls am Ende angelangt: Neben der Fülle unterschiedlicher Maschinentechnik gehört der gekonnte Umgang mit Althergebrachtem zu den Besonderheiten des Unternehmens: »Das ist ein altes Familienrezept«, scherzt Meylan an einem Handarbeitsplatz über eine graue Fettmasse. Dabei handelt es sich allerdings nicht um Schmierfett, sondern um Diamantpaste zur Politur sehr empfindlicher Saphirscheiben, die aus Diamantpulver und verschiedenen Fetten und Ölen zusammengemischt wird. Derartig harte und verschleißbeständige Scheiben sind bei Piguet Frères bereits für Raumfahrt-Anwendungen produziert worden. Durch einen Mix aus Hightech und Historie zeichnet sich auch eine benachbarte Maschine der Altersklasse Ü50 aus. »Das ist eine sehr alte Maschine, die mein Großvater konstruiert hat. Wir haben die Maschine nun mit neuen Motoren und einer CNC-Steuerung automatisiert. Damit bürsten wir scharfe Kanten an Keramikbauteilen, um diese abzurunden und zu entgraten.«

Nostalgie will trotzdem nicht aufkommen: Neben der Modernisierung bestehender Sondermaschinen und dem Einsatz moderner Fräs- und Drehzentren wird der Markt auch nach neuen Lösungen und Technologien sondiert. Im Auge behält Meylan beispielsweise Maschinen zur Ultraschallbearbeitung sprödharter Materialien. Auch dafür, dass das Unternehmen personell zuversichtlich in die Zukunft blicken kann, ist bereits gesorgt: Als technischer Leiter hat sein Sohn Frédéric Meylan in 5. Generation die Arbeit im Familienunternehmen aufgenommen. ■ MI110051