

Prüflehren für die Qualitätssicherung von Morgen

Ein Spezialgebiet für Fachleute mit umfassendem Knowhow



Bearbeitung einer Prüflehre für Torx-Schraubköpfe auf einer CNC-gesteuerten projektionsoptischen Schleifmaschine, die kleinste Zustellbewegungen mit einer Schrittweite von lediglich 0,1 µm ausführen kann (Fotos: Klaus Vollrath)

Steigende Qualitätsanforderungen bedingen auch entsprechend strengere Vorgaben bezüglich der Genauigkeit der Messmittel, die für die Qualitätssicherung zum Einsatz kommen. Ungeachtet erheblicher Fortschritte bei Sensoren und Abtastverfahren sind insbesondere bei kleineren formdefinierten Hohlgeometrien die klassischen handgeführten Prüflehren nach wie vor unver-

zichtbar. Die Anforderungen an Genauigkeit, Materialeigenschaften und Servicebereitschaft des Lieferanten solcher Lehren sind sehr hoch. Ihre Herstellung ist nur etwas für Spezialisten mit modernster Ausrüstung sowie langjähriger Erfahrung.

„Mit den neuen Generationen immer höher automatisierter industrieller Produktionsverfahren

– Stichwort ist hier unter anderem Industrie 4.0 – steigen auch die Anforderungen an die Qualitätssicherung auf ein neues Niveau“, weiß Anton Flury, Seniorchef der Flury Tools AG in Arch (Schweiz). Schnelle automatisierte Füge- und Montageprozesse setzen engste Toleranzen voraus, weil schon kleine Abweichungen teure Produktionsstillstände verursachen können. In diesem Zusammenhang werden die Toleranzvorgaben immer enger und die Ansprüche an ihre zuverlässige Einhaltung immer strenger. Die Abnehmer verlangen eine sichere Beherrschung der Produktionsverfahren sowie mehr oder weniger vollständige Fehlerfreiheit der gelieferten Teile. In der Industrie gelten entsprechende Philosophien wie 6-Sigma und Null-Fehler-Produktion. Das wiederum bedingt höhere Anforderungen an die eingesetzten Messmittel, denn bessere Qualität kann nur erzeugt werden, wenn man auch dementsprechend besser messen kann. Ungeachtet des ständigen Fortschritts bei Sensoren und elektro-

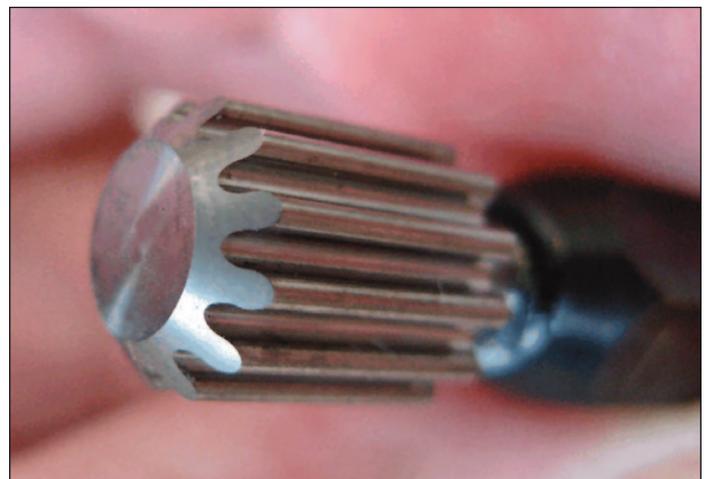
„Für Lehren verwenden wir statt der früher üblichen Stähle zunehmend extrem harte Werkstoffe. Ihre Bearbeitung erfordert diamantbestückte Werkzeuge und ist sozusagen die hohe Schule der Präzisionsbearbeitung durch Schleifen“ so Anton Flury



nischen Verfahren der Messtechnik können diese nicht überall verwendet werden. Bei der Vermessung von kleinen, engen Hohlräumen mit komplexer Geometrie wäre ihr Einsatz oft zu aufwendig, zu zeitraubend oder zu teuer.

Handgeführte Prüflehren bleiben unverzichtbar

„In diesem Bereich waren handgeführte Prüflehren schon bisher das Messmittel der Wahl, und sie werden es auch weiterhin bleiben“, ergänzt Juniorchef Matthias Flury.



Prüflehre für ein aufwendiges 12-fach verzahntes Profil mit vollständig formdefinierter Hüllkurve

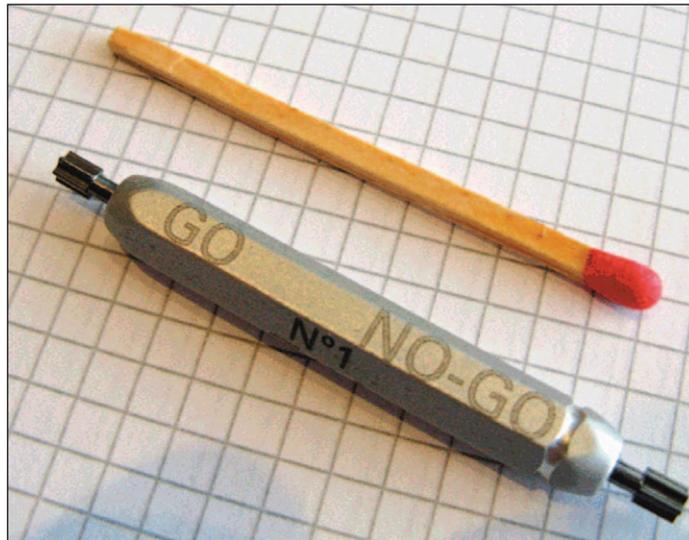
„Bei solchen Präzisions-Schleifaufträgen bieten wir einen Komplettservice an, der von der kompetenten Beratung bis zur schnellen Realisierung und Lieferung reicht“ Matthias Flury



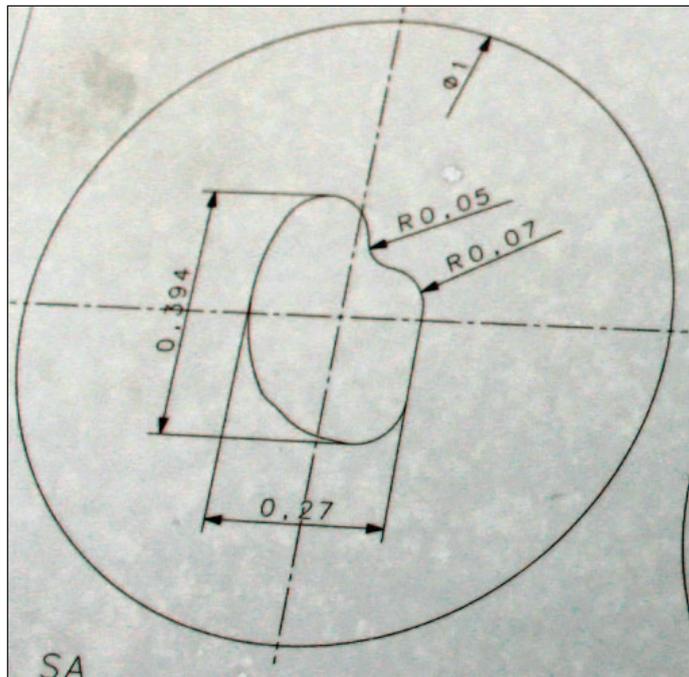
Solche Prüflehren haben zunächst den entscheidenden Vorteil, dass mit ihnen im Rahmen eines einzigen Steckvorgangs nicht nur ein Einzelmaß, sondern gleich die komplette Geometrie abgeprüft werden kann. Hierfür sind nur ein oder zwei Handgriffe erforderlich. Letzteres ist beispielsweise bei den häufig eingesetzten Go/No-Go-Lehren der Fall, bei denen eine Seite in die Kontur passen muss, die andere dagegen nicht. Mithilfe solcher Lehren lassen sich kleine bis mittlere Produktionslose schnell und effizient bis zu 100 % durchprüfen, bei Großserien werden dann die je nach Prüfstrategie vorgeschriebenen Stichproben durchgecheckt. Angesichts der stark zunehmenden Vielfalt an Geometrien und der gestiegenen Genauigkeitsanforderungen wird für Produktionsfirmen die schnelle, zuverlässige Versorgung mit solchen Prüflehren immer wichtiger.

Herausforderungen sind geometrische Komplexität...

„Die Anforderungen an die geometrische Komplexität solcher Lehren steigen kontinuierlich an“, sagt A. Flury. Selbst eine vergleichsweise einfach erscheinende Geometrie wie das weit verbreitete Torx-Mitnahmeprofil ist de facto eine Vielrundform, die erst durch insgesamt 14 Kreise bzw. Kreisbögen vollständig beschrieben wird. Die Qualitätskontrolle mithilfe der Prüflehre muss alle diese Elemente umfassen. Deutlich komplizierter wird es dann beispielsweise bei asymmetrischen Geometrien, die über Freiformkurven mit wechselnden konve-



Solche Go/ No-Go Prüflehren ermöglichen mit nur zwei Handgriffen die vollständige Kontrolle komplexer Hohlgeometrien



Typisches Beispiel für eine asymmetrische Geometrie, die über Freiformkurven mit wechselnden konvexen und konkaven Abschnitten beschrieben wird

xen und konkaven Abschnitten beschrieben werden. Solche komplexen Geometrien werden aus einer ganzen Reihe von Gründen immer häufiger. Teils ist dies eine Folge des Einsatzes moderner CAD-Verfahren zur Optimierung von Bauteilgeometrien aufgrund steigender Anforderungen bezüglich Materialnutzung und Leichtbau, teils geht es auch um

Design und Produktschutz. Letztlich steigen dadurch die Anforderungen an die Qualifikation und die maschinelle Ausstattung ihrer Hersteller erheblich an.

...höchste Präzisionsansprüche...

„Höhere Bauteilgenauigkeiten bedingen natürlich auch entsprechend verschärfte Vorga-

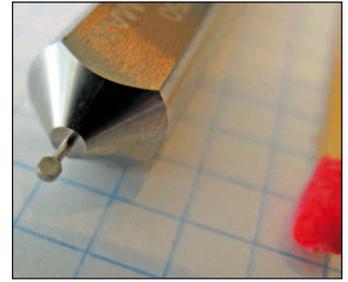
ben bezüglich der Präzision der Prüfmittel“, setzt M. Flury hinzu. Wo früher am Bauteil Genauigkeiten von Zehntel Millimeter ausreichten, sind heute oft bereits Hundertstel Millimeter gefordert. Für die Prüfmittel gelten natürlich entsprechend nochmals verschärfte Vorgaben. Immer häufiger erhalte man Aufträge, bei denen Toleranzen bis herab zu ± 1 oder $\pm 2 \mu\text{m}$ gefordert werden. Andere Anforderungen betreffen beispielsweise extreme Ansprüche an die Geradheit von Achsen.

Das sichere Einhalten derartiger Präzisionsvorgaben sei alles andere als trivial. Selbst mit modernster Maschinenteknologie alleine seien solche Genauigkeiten nicht mit der erforderlichen Sicherheit zu gewährleisten: Man benötige zusätzlich auch den Faktor Mensch. Ohne langjährig erfahrenes und bestens geschultes Personal sei davon abzuraten, sich an solchen Aufgabenstellungen zu versuchen.

...extreme Materialeigenschaften...

„Ein weiterer Aspekt sind in diesem Zusammenhang die für die Prüflehren eingesetzten Werkstoffe“, verrät A. Flury. Je enger die Toleranzvorgaben, desto wichtiger sei auch die Dauerhaftigkeit der Prüflehre an sich. Durch den ständigen reibenden mechanischen Kontakt mit den zu prüfenden Bauteilen unterliege diese zwangsläufig einem gewissen Verschleiß und damit einer schleichenden Veränderung ihrer Funktionsmaße. Bei Vorgaben im Bereich $\pm 10 \mu\text{m}$ spiele dies möglicherweise noch keine so entscheidende Rolle. Gehe es dagegen um einzelne μm , so müsse man sich bezüglich der sicheren Aufrechterhaltung der gewünschten Maßgenauigkeit Gedanken machen.

Als Gegenmaßnahme biete sich die Verwendung höherwertiger – d.h. verschleißbeständigerer – Werkstoffe an. Dabei spiele die Härte eine bestimmende Rolle,



Extrem-Werkstoff: Diese Prüflöhre für eine an einen asymmetrischen Kristall erinnernde Geometrie wurde mit diamantbestückten Werkzeugen aus extrem hartem und damit verschleißbeständigem Siliciumnitrid geschliffen

Winzige Prüfgeometrie an einer aus einem Vollhartmetall-Monoblock 8 mm Ø geschliffenen Prüflöhre für den Medizintechnikbereich

Hohe Schule: Eine Auswahl von im 2 µm-Raster gestuften Lehren. Das Prüfprofil selbst besteht aus der Überlagerung eines Vierkants mit einem konzentrischen Kreis

denn das Verhältnis der Härten entscheide in tribologischen Systemen darüber, welcher der Partner einer Reibpaarung stärkerer Abnutzung unterliegt. Deshalb verwendet man für Lehren inzwischen statt der früher üblichen Stähle zunehmend hochharte Werkstoffe, insbesondere Wolframcarbid-Hartmetalle. Wo selbst das nicht mehr ausreicht, setzt man auf Keramikwerkstoffe mit geradezu extremen Härtewerten wie z.B. Siliciumnitride. Die hochgenaue Bearbeitung solcher Materialien erfordert den Einsatz von diamantbestückten Werkzeugen und könne als hohe Schule der Präzisionsbearbeitung durch Schleifen charakterisiert werden.

Zulieferer mit der Organisation der gesamten Fertigungslogistik – wozu auch die Prüftechnik gehört – unter erheblichen Zeitdruck. Oft müssen dann noch wichtige Details der Machbarkeit, der Materialwahl und der erforderlichen Zertifikate geklärt werden. Auf

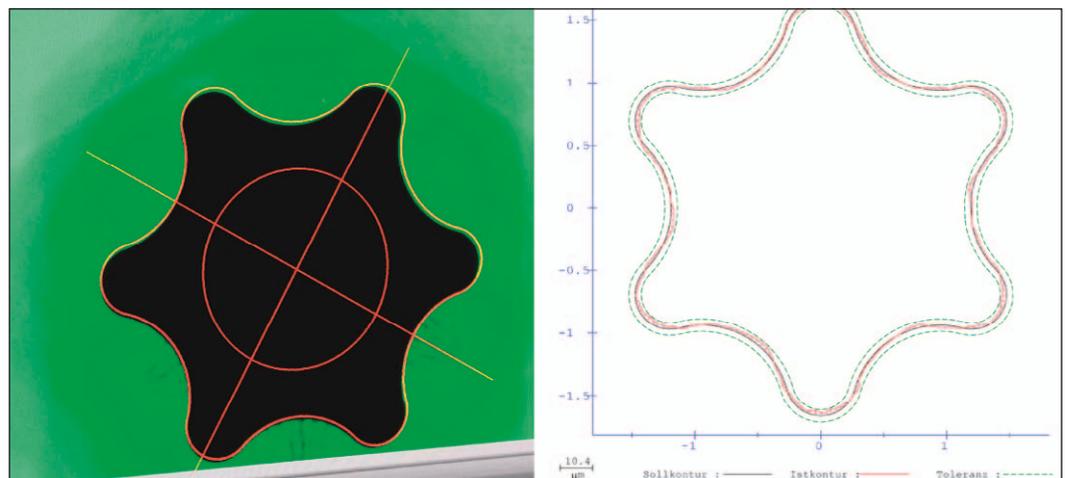
der anderen Seite sind natürlich auch Kostenaspekte zu berücksichtigen. Bei Flury Tools hat man sich hierauf eingestellt und bietet einen entsprechenden Komplettservice an, der von der kompetenten Beratung bis zur schnellen Realisierung und Lieferung reicht. Das ist umso wichtiger, da es sich um typische Kleinstaufträge mit Stückzahlen ab 1 bis zu selten mehr als 10-20 Stück handelt. In der Regel liegt die Zeit zwischen Auftragserteilung und Versand an den Kunden bei lediglich drei Wochen, einschließlich der Erstellung eines Messprotokolls. Müsse die Vermessung und Dokumen-

tation durch ein akkreditiertes Kalibrierlabor erfolgen, so seien noch zwei Wochen hinzuzurechnen. Auch diese schnelle Verfügbarkeit sei ein für die Kunden oft entscheidend wichtiger Bestandteil des von Flury Tools gebotenen Kundendienstes.

► Flury Tools AG
info@flurytools.ch
www.flurytools.ch

...sowie Flexibilität und Servicebereitschaft

„Selbst bei Neuentwicklungen werden Fertigungsaufträge heutzutage immer häufiger mit äußerst engen Lieferzeitvorgaben erteilt“, weiß M. Flury. Damit gerät der



Prüflöhre für Torx-Schrauben im Messmikroskop (links) sowie Protokoll der Vermessung durch ein nach ISO/IEC 17025 akkreditiertes Kalibrierlabor. Die gesamte Geometrie mit konvexen und konkaven Bereichen, Fuß- und Kopfkreis sowie 60°-Winkeln muss auf ± 2,5 µm toleriert werden