

Topic black-Prüfnormale eignen sich für taktile Einsatz ebenso wie für wichtige optische Messverfahren besser als herkömmliche

Material und Oberflächenstruktur verbessern die Messgenauigkeit

## Neue Prüfnormale speziell für optische Messverfahren

Moderne Produktionstechnologien benötigen fein abgestimmte Qualitätsregelkreise, um den immer höher geschraubten Anforderungen an Fehlerfreiheit und Gleichmässigkeit der Eigenschaften genügen zu können. Dies erfordert die Ermittlung von immer mehr und immer genaueren Messdaten. Neben der klassischen taktilen Vermessung mit Koordinatenmessmaschinen kommen daher zunehmend schnelle optische Messverfahren zum Einsatz. Diese stellen jedoch andere Anforderungen an die verwendeten Prüfnormale. Die hierfür neu entwickelten Prüfnormale Topic white und Topic black wurden in einem zertifizierten Prüflabor im Vergleich mit bisherigen Ausführungen intensiv getestet.

«Bei der Herstellung von hochpräzisen Kugeln für die dimensionelle Messtechnik sind wir Weltspitze», sagt Thomas Jordi, Geschäftsführer der Saphirwerk AG in Brügg/Biel, Schweiz. Das Unternehmen ist Hersteller und Verarbeiter von Bauteilen aus hochharten keramischen Werkstoffen. Diese kommen in zahlreichen anspruchsvollen Industrieprodukten wie Uhren, Präzisionsmechaniken – wie Ventile und Pumpen für die Analytik – sowie bei Tastern und Referenzkörpern für Koordinatenmessmaschinen zum Einsatz. Verarbeitet werden eine breite Palette keramischer Werkstoffe wie Rubin, Saphir, Aluminiumoxid, Siliciumnitrid sowie Hartmetalle. Für messtechnische Anwendungen werden hochgenau geschliffene Kugeln



«Wir haben zwei neue Prüfnormal-Typen mit sogenannter optisch kooperativer Oberfläche entwickelt, die bei den meisten optischen Messverfahren teils deutlich besser abschneiden als bisherige Ausführungen.»

**Thomas Jordi, CEO Saphirwerk**

im Durchmesserbereich zwischen 0,2 mm und 60 mm hergestellt. Darüber hinaus fertigt man bei der Saphirwerk AG komplette Tasten in verschiedensten Variationen und viele andere

Bauteile. Eine sinnvolle Ergänzung ist das eigene zertifizierte Messlabor, um den Nachweis hochwertiger Prüfnormale zu erbringen.

### Optische Messverfahren sind produktiver...

«Dank moderner Computertechnologie gab es in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortschritte bei der Entwicklung optischer Messverfahren», ergänzt Thomas Jordi. Im Vergleich mit den klassischen taktilen Methoden zeichnen sich diese vor allem durch ihre um Grössenordnungen höheren Datenraten aus, so dass damit Aufgabenstellungen bewältigt werden können, die mit herkömmlichen Koordina-



**Die Saphirwerk AG bietet ein breites Spektrum von präzisionsgeschliffenen Kugeln aus hochharten Werkstoffen an, unter anderem Saphir, Rubin, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Keramik, Siliciumnitrid und Hartmetall**

tenmessmaschinen nicht in vertretbarer Zeit durchzuführen wären.

Im klassischen Einsatz, d. h. zur produktionsbegleitenden Bestimmung einer begrenzten Zahl von Massen an Werkstücken, erweist sich der eher langsame Arbeitsfortschritt der taktilen Messverfahren als Bremse. Die im Vergleich zur Produktivität der Fertigungsprozesse weit geringere Durchsatzrate an Teilen begrenzt zwangsläufig die Zahl der Prüflinge, die für Stichproben herangezogen werden können, und damit die statistische Absicherung der ermittelten Daten. Weiteres Handicap ist der Zeitraum zwischen der Entnahme eines Prüflings und dem Erhalt der Resultate: Je länger diese Zeitspanne, desto grösser die Zahl der zu verwerfenden Teile, falls ein Mass ausserhalb des zu gewährleistenden Toleranzbandes liegen sollte.

### ...erfordern jedoch den Einsatz geeigneter Prüfnormale

«Allerdings sind beim Einsatz optischer Messverfahren spezielle Anforderungen an die verwendeten Prüfnormale zu beachten», verrät Thomas Jordi. Zunächst ist ins Kalkül zu ziehen, dass die mit optischen Verfahren ermittelten Werte meist von Haus aus weniger genau sind bzw. höhere Fehlertoleranzen aufweisen als solche, die mit taktilen Geräten ermittelt werden. Deshalb muss vorab geklärt werden, ob die vom Kunden geforderte Genauigkeit mit dem gewählten optischen Verfahren überhaupt gewährleistet werden kann.

Als weiteres Problem erweist sich häufig, dass manche keramischen Werkstoffe Lichtstrahlen nicht nur an der Oberfläche reflektieren. Licht kann in das Material eindringen, wodurch es zu einer diffusen Reflexion kommt,

die das Messergebnis beeinträchtigt. Die entsprechenden Abweichungen hängen sowohl von der eingesetzten Messmethode als auch vom Material und den Oberflächeneigenschaften des Prüflings ab. Dies gilt auch für die zur Kalibrierung eingesetzten Prüfnormale. Viele der bisher für taktile Verfahren bestens bewährten Ausführungen erweisen sich beim Einsatz mit optischen Verfahren als weniger bis gar nicht geeignet. Bei entsprechenden Untersuchungen stellte sich heraus, dass es dafür keine einfachen Lösungen gibt.

### Topic-Kugeln als Alternative

«Um diese Probleme zu lösen, haben wir zwei neue Prüfnormal-Typen entwickelt, die in den meisten Anwendungsfällen teils deutlich besser abschneiden als bisherige Ausführungen», weiss Thomas Jordi. Die beiden Prüfnormale haben



### Topic white-Kalibrierkugeln eignen sich vor allem für optische Messverfahren

die Bezeichnungen Topic white bzw. Topic black und weisen eine samtig strukturierte Oberfläche auf, welche sich für den Einsatz der verschiedenen optischen Messverfahren besser bewährt als das bisher übliche Hochglanz-Finish. Die Topic-Kugeln werden in den gleichen Standard-Durchmesserabstufungen hergestellt, wie herkömmliche Prüfnormale für taktile Anwendungen. Die spezifischen Eigenschaften der beiden unterschiedlichen Topic Ausführungen wurden speziell auf die Charakteristiken bestimmter optischer Messverfahren hin optimiert. Für Anwendungen mit sowohl taktilen als auch optischen Sensoren wird Topic black empfohlen.

### Umfassende Qualifizierung

«Angesichts der Vielzahl unterschiedlicher optischer Messverfahren am Markt haben wir qualifiziert dokumentieren lassen, welcher Kugeltyp sich für den jeweiligen Einsatz am besten eignet», setzt Thomas Jordi hinzu. Hierfür wurde eine umfassende Untersuchung in Auftrag gegeben. Prüfstelle war das Institut für Produktionsmesstechnik der Interstaatlichen Hochschule für



**Verwendete Messsysteme: Links Werth VideoCheck HA mit taktilen Messkopf, Video- und Lasersystem sowie einem chromatischen Weisslichtsensor, rechts Leitz Reference HP für taktilen und berührungslose Erfassung mittels HPO-Sensor (Fotos: NTB/PWO)**

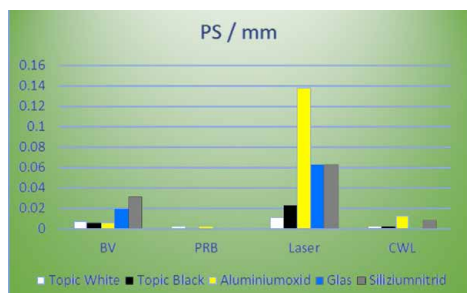
Technik Buchs. Dieses verfügt über ein zertifiziertes Labor mit zahlreichen Messsystemen und -technologien der Spitzenklasse, in dem die Prüfnormale mit den wichtigsten optischen Messsensoren getestet wurden. Als Vergleich wurden auch Prüfkugeln aus Keramik, Glas und Siliciumnitrid einbezogen.

Die Prüfungen erfolgten auf zwei unterschiedlichen Systemen: Einem Koordinatenmessgerät Werth VideoCheck HA, das zusätzlich zum taktilen Messkopfsystem mit einem Video-Messkopf, einem chromatischen Weisslichtsensor oder mit Laser-Abstandssensoren bestückt werden kann, sowie einem Leitz Reference HP, auf dem neben einem taktilen Sensor ein berührungsloser HPO-Sensor (Hexagon Optical Probe) zum Einsatz kam. Bei allen Prüfnormalen wurden zunächst Durchmesser und Formabweichung exakt dokumentiert. Daran schloss sich ein umfassendes Prüfprogramm nach DIN EN ISO 10360 sowie VDI 2617 an. Zusätzliche Tests wurden mit einem Streifenprojektionsgerät Typ ATOS Triple Scan durchgeführt.

## Wesentliche Ergebnisse

Im Rahmen des Messprogramms wurden entsprechend der Richtlinie VDI 2617 die Kenngrößen Durchmesser- bzw. Formabweichung der Prüfkugeln mithilfe der verschiedenen Messsysteme ermittelt. Für die Interpretation der ermittelten Messdaten sind folgende Zusammenhänge zu beachten:

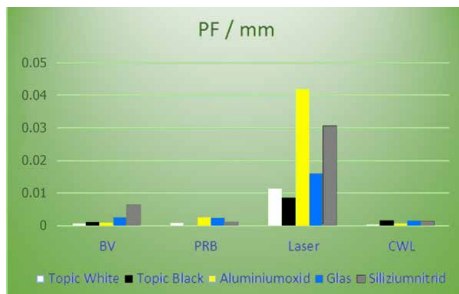
Der Wert PS bezieht sich auf die Bestimmung von Massen wie dem Durchmesser der Messkugel. Dieser wird in unterschiedlichen Richtungen ermittelt. Aufgetragen werden



**Beispiel für Durchmesser-Abweichungen an verschiedenen Sensoren: Weiss: Topic white; Schwarz: Topic black; Gelb: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Blau: Glas; Grau: Siliciumnitrid (Grafik: NTB/PWO)**

nicht die absoluten Messwerte, sondern die ermittelten Abweichungen. Mit dieser Methode erhält man eine Aussage über die systematischen Abweichungen des jeweils eingesetzten Messverfahrens bezüglich der Abmessungen des Prüflings.

PF bezieht sich dagegen auf Abweichungen der Prüflingsgeometrie von vorgegebenen Geometriemerkmalen wie Rundheit oder Ebenheit. Auch hier werden keine Absolutmasse, sondern Abweichungen er-



**Beispiel für unterschiedliche Ergebnisse bei der Ermittlung von Formabweichungen: Weiss: Topic white; Schwarz: Topic black; Gelb: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Blau: Glas; Grau: Siliciumnitrid. BV=Bildverarbeitung, PRB=taktiler Tastkopf, Laser=Laser-Abstandssensor, CWL=Chromatischer Weisslichtsensor (Grafik: NTB/PWO)**

mittelt. Mit dieser Methode erhält man eine Aussage über die Streuung des eingesetzten Verfahrens.

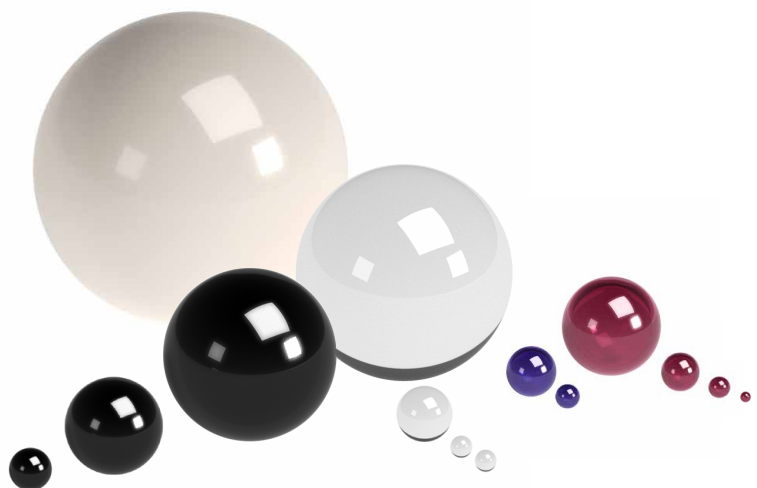
Da gerade bei optischen Messverfahren einerseits teils erhebliche Ausreisser auftreten können, diese jedoch andererseits hohe Datenraten liefern, bietet sich hier der Einsatz statistischer Auswertungsverfahren zur Ergebnisabsicherung an.

Wie die beiden Grafiken für PS und PF belegen, zeigen sich je nach Kugelmateriale und Messverfahren teils sehr deutliche Unterschiede:

Kugelmateriale	Sensoren				
	Taktil	Laser	BV Bildverarbeitung	CWL Chromatischer Weisslichtsensor	Streifenlicht- Projektion
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Keramik	XX	●	X	X	●
TOPIC white	●	XX	XX	XX	XX
TOPIC black	XX	XX	XX	XX	X

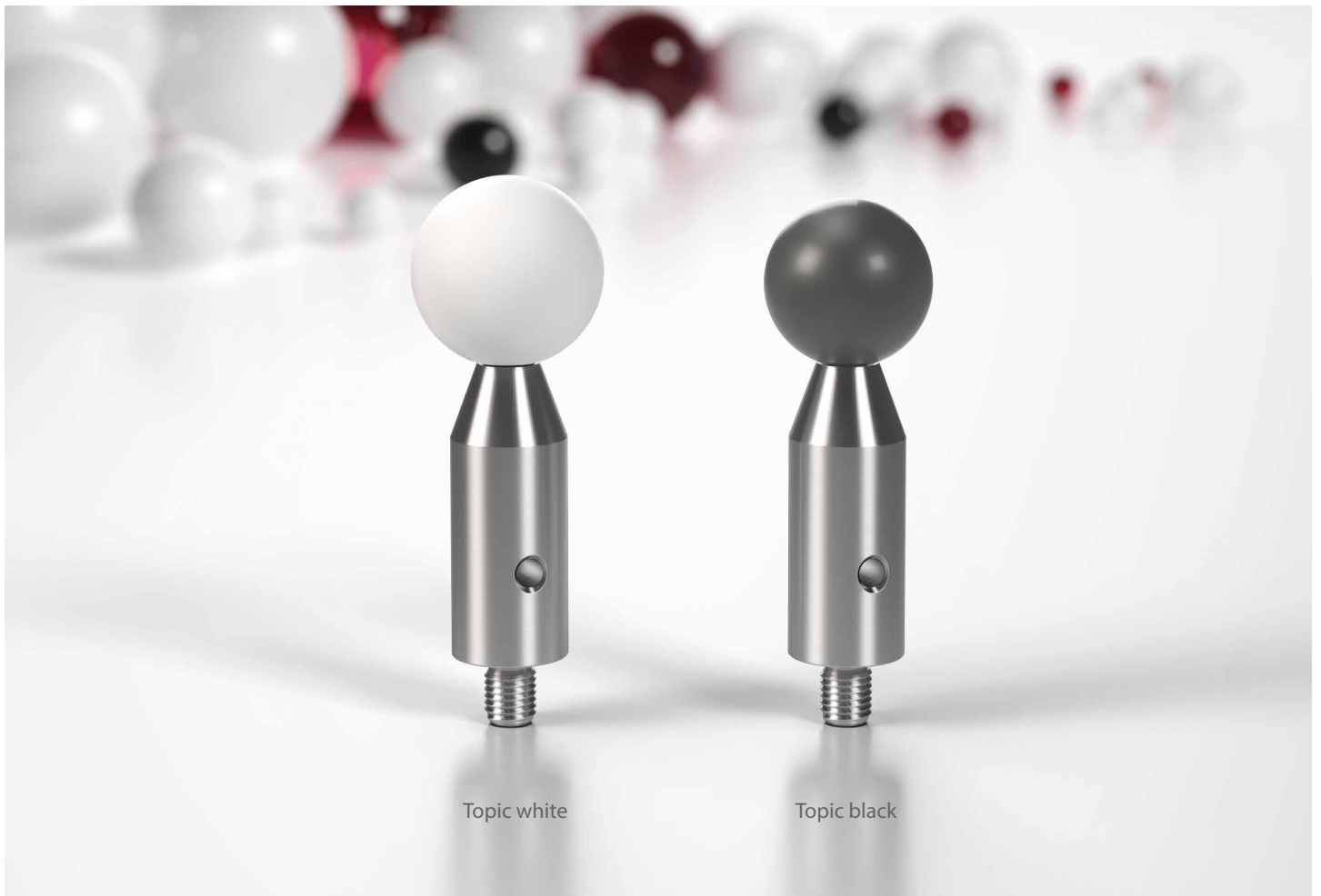
**Eignung unterschiedlicher Referenzkugeln für wichtige optische Messverfahren. XX = gut, X = geeignet, ● =weniger geeignet**

Generell ist festzustellen, dass sich die Topic-Kugeln in den meisten Einsatzbereichen besser oder zumindest gleich gut verhalten haben wie Prüfnormale aus konventionellen Werkstoffen. Es ist jedoch empfehlenswert, vor einer Entscheidung den Rat von Fachleuten einzuholen und einen Test am eigenen System vorzunehmen.



- Bildverarbeitung (BV): Beide Topic-Kugeln liefern exaktere Durchmesser-Werte als Glas oder Siliciumnitrid.
- Taktile Messung (PRB): Die bisher eingesetzte Keramikugel liefert erwartungsgemäss die besten Resultate.
- Laser: Es weisen beide Topic Kugeln Vorteile gegenüber den anderen getesteten Kugeln auf und liefern deutlich bessere Leistungskenngrößen.
- Chromatischer Weisslichtsensor (CWL): Hier sind die Unterschiede zwischen allen Kugeln am geringsten.
- Beim HPO Messsystem ist aufgefallen, dass sich die Topic black-Kugel besonders gut eignet, d. h. die kleinsten Messabweichungen liefert.
- Für Streifenlichtprojektion eignet sich die Topic white besonders gut.

Die Grafiken verdeutlichen auch, dass es bei optischen Messverfahren keine feststehende goldene Regel gibt. Es kommt vielmehr darauf an, die jeweils geeignetste Kombination von Prüfnormale und Messverfahren zu wählen. Aus Platzgründen ist es an dieser Stelle leider nicht möglich, die zahlreichen weiteren Ergebnisse aufzulisten. Die wichtigsten Beurteilungen lassen sich der folgenden Tabelle entnehmen:



Topic white

Topic black



SCS 073



ISO 9001

# saphirwerk ●

swiss precision in ceramics

**Saphirwerk AG** • Erlenstrasse 36 • CH-2555 Brügg  
Tel. +41 (0)32 374 25 85 • Fax +41 (0)32 374 25 99  
info@saphirwerk.com • saphirwerk.com