



## Mechanische, topometrische und optische Charakterisierung von Oberflächen und Schichten unter Berücksichtigung normativer Aspekte

Dr. Michael Griepentrog<sup>1</sup>, Dr. Andreas Hertwig<sup>1</sup>, MSc. Stefan Hielscher-Hofinger<sup>1</sup>,  
Dipl. Ing. (FH) Matthias Weise<sup>1</sup>, Dr. Uwe Beck<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung, 12205 Berlin

[uwe.beck@bam.de](mailto:uwe.beck@bam.de)

Die mess- und prüftechnische Charakterisierung von Beschichtungen für Werkzeuge umfasst zunächst vor allem tribologische Kenndaten wie den Reibkoeffizienten (CoF, Coefficient of Friction) und den im Tribosystem (Körper, Gegenkörper, Schmiermittel) unter den gegebenen Prüf- bzw. Beanspruchungsbedingungen auftretenden Verschleiß. Da diese Szenarien sehr komplex sind, müssen in jedem Falle auch generische Kenngrößen des Grundwerkstoffes und der Beschichtung normativ bzw. validiert erfasst werden. Gleiches gilt generell für Beschichtungen auf Bauteilen auch ohne direkte tribologische Beanspruchung, zum Beispiel für Metallisierungen.

Deshalb adressiert dieser Beitrag die Charakterisierung plasto-elastischer Eigenschaften mittels instrumentierter Eindringprüfung (IIT, Instrumented Indentation Testing) zur Bestimmung von Härte  $H$ , Elastizitätsmodul  $E$  und Kriechmodul  $C$ , die Auswirkung von Schichtspannungen bei der Bestimmung der Haftfestigkeit mittels CAT-Technologie (CAT Centrifugal Adhesion Testing), die Bestimmung von Rauheiten und anderen Topometrie-Merkmalen mittels Weißlichtinterferenzmikroskopie (WLIM, White Light Interference Microscopy) im Vergleich zur mechanischen Profilometrie (MS, Mechanical Stylus) sowie die Verwendung der spektroskopischen Ellipsometrie (SE, Spectroscopic Ellipsometry) zur Verwendung der optischen (Brechungsindex  $n$ , Extinktionskoeffizient  $k$ ) bzw. der dielektrischen Funktionen ( $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ) als verfahrens- und parameterabhängiger Fingerabdruck der Beschichtung.

Als Beispiele werden NbC-basierte Multi-Material-Systeme zur orts aufgelösten Bestimmung (IIT-Mapping) mechanischer Kenngrößen, Al- und Cr-Schichten unterschiedlicher Schichtdicken auf Glas zum Nachweis des Einflusses von Schichtspannungen bei der Bestimmung der Haftfestigkeit, die topometrische Charakterisierung von Rauheiten (Profil- vs. Flächenrauheit), von Verschleißmulden (Profil-schnitte, Volumen) und sonstigen Topometriemerkmalen (Bauteilkrümmungen, Lasermaterialbearbeitung) sowie Ergebnisse eines Ringversuches zur ellipsometrischen Klassifizierung von amorphen Kohlenstoffschichten in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren und der Einfluss des Reaktivgasangebots auf den ellipsometrischen Stöchiometriefingerabdruck für  $TiN_x$  vorgestellt.

Diskutiert werden dabei insbesondere auch normative und Validierungsaspekte, um den Anforderungen an die Bestimmung der Messunsicherheit nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 gerecht zu werden. Die Beispiele zeigen, dass je mehr in den Mikro- oder gar Nanobereich vorgedrungen wird, der Einsatz komplementärer Methoden, von Referenzverfahren oder Referenzmaterialien unverzichtbar ist, um Messartefakte ausschließen und valide Angaben zur Messunsicherheit machen zu können.