

Presseinformation

09. Juni 2026

Seite 1 | 4

Extrem belastbare Oberflächen für eine nachhaltige Produktion

Fraunhofer IST baut Prozesskette für boridische Hochleistungsschichten aus

Wenn glühend heißer Stahl geschmiedet oder endkonturnahe Präzisionsbauteile aus Hochtemperaturwerkstoffen gefertigt werden, sind Werkzeuge extremen Belastungen ausgesetzt. Hohe Temperaturen, Verschleiß und aggressive Medien bestimmen maßgeblich ihre Lebensdauer. Moderne Oberflächentechnologien spielen daher eine zentrale Rolle für effiziente, kostengünstige und ressourcenschonende Produktionsprozesse. Genau hier setzt das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST an. Mit einer erweiterten Infrastruktur kann das Institut nun die komplette Prozesskette zur Entwicklung boridischer Hochleistungsoberflächen am eigenen Standort abbilden.

Für industrielle Projektpartner und Auftraggeber bedeutet das: Alle relevanten Prozessschritte lassen sich integriert, reproduzierbar und anwendungsnah entwickeln und erproben – von thermochemischen Diffusionsbehandlungen über moderne Beschichtungstechnologien bis hin zu Hochtemperaturtests unter realitätsnahen Bedingungen.

Modernisierte PACVD-Anlage erweitert Beschichtungsmöglichkeiten

Kernstück ist eine runderneuerte PACVD-Anlage, die mit modernisierter Anlagentechnik bis Mitte des Jahres wieder in Betrieb genommen wird. Neben der Ausstattung mit einer modernen Anlagensteuerung wurden auch Visualisierung und Datenerfassung aktualisiert. Das integrierte und nun erweiterte Präkursorssystem ermöglicht die Entwicklung neuer Mehrkomponenten-Beschichtungen, etwa Nanokomposit-Schichten auf Basis von Titan, Silizium, Bor, Kohlenstoff und Stickstoff (Ti-Si-B-C-N). Diese zeichnen sich durch hohe Härte, thermische Stabilität und Oxidationsbeständigkeit bis etwa 900 °C aus. Die vergleichsweise niedrigen Beschichtungstemperaturen von etwa 520 bis 540 °C ermöglichen zudem die gleichmäßige Beschichtung komplex geformter Bauteile – ein klarer Vorteil für anspruchsvolle Industriegeometrien.

Zur weiteren Verbesserung der mechanischen Stabilität können Beschichtungsprozesse mit vorgelagerten Behandlungsschritten kombiniert werden, z.B. in sogenannten Duplex-Verfahren. Dabei sorgt eine vorher im Randbereich erzeugte Diffusionszone für einen tragfähigen Übergang zwischen Substrat und Beschichtung.

Gasphasenborieren ermöglicht präzise steuerbare Diffusionsprozesse

09. Juni 2026

Seite 2 | 4

Darüber hinaus steht am Standort eine komplett neuentwickelte Gasborieranlage zur Verfügung. Sie erlaubt die Entwicklung und Optimierung von Bor-Diffusionsprozessen aus der Gasphase unter Nutzung von Bortrichlorid (BCl_3) bei bis zu 1050 °C. Im Gegensatz zu feststoff- oder pastenbasierten Verfahren bietet das Gasphasenborieren entscheidende Vorteile: Die Boraktivität und das Schichtwachstum lassen sich über die Gaszusammensetzung in der definierten Zugabe von Wasserstoff und Stickstoff präzise steuern. Dies erlaubt eine sehr genaue Prozessführung und erhöht die Reproduzierbarkeit. Zugleich kommt das Verfahren ohne Plasmaanregung aus, was die Anlagentechnik vereinfacht und Investitionskosten reduziert. Die entstehenden Diffusionsschichten zeichnen sich zudem durch eine gute Werkstoffanbindung und herausragenden tribologischen Eigenschaften bei hohen Temperaturen aus, wodurch in vielen technischen Anwendungen ein reduzierter Verschleiß Wartungsintervalle oder Werkzeugwechsel reduzieren kann.

Nach dem Borierprozess werden bei Stahlwerkstoffen durch Härten und Anlassen die mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffs optimal eingestellt und durch Phasenumwandlungen weitere Härtesteigerungen erreicht. Bei Nickelbasiswerkstoffen lassen sich zudem im Behandlungsprozess Wärmebehandlungsschritte zum Ausscheidungshärten integrieren, ein Nachhärten ist nicht erforderlich. Weitere Werkstoffklassen wie CoCrMo-, oder Mo-Legierungen lassen sich ebenso problemlos Gasborieren.

Trockenes Elektropolieren als ergänzender Prozessschritt

Für eine Hochglanzpolitur oder zur gezielten Einstellung der Oberflächentopografie kann die Prozesskette zudem um trockenes Elektropolieren ergänzt werden. Das Verfahren eignet sich sowohl zur Politur komplexer Geometrien für die nachfolgende Oberflächenbehandlung als auch für das Oberflächenfinish aufgetragener Schichten. Dabei lassen sich reproduzierbar sehr hohe Oberflächengüten erzielen, je nach Werkstoff und Ausgangszustand bis in den Bereich von $R_z \leq 0,5 \mu\text{m}$. Eingesetzt wird ein trockenes Elektrolytgranulat mit nur geringer Säurebelastung, wodurch sich das Verfahren durch eine gute Automatisierbarkeit mit hohen Oberflächenanforderungen, geringen Materialabtrag und einer umweltfreundlicheren Prozessführung gegenüber klassischen nasschemischen Verfahren auszeichnet.

Hochtemperaturtests unter realistischen Einsatzbedingungen

Ein zusätzlicher Baustein der erweiterten Prozesskette ist ein neuer Vakuumhochtemperaturofen. Er erlaubt Untersuchungen bei Temperaturen bis zu 1600 °C und Drücken unter 10^{-5} mbar sowie in definierten Atmosphären, etwa unter Wasserstoff oder Schutzgasgemischen. Ergänzend dazu steht ein Hochtemperaturtribometer zur Verfügung, mit dem das tribologische Verhalten von Werkstoffen, Beschichtungen und Diffusionsschichten zur Ermittlung von Reibwerten und Verschleißmarken bei Temperaturen bis 1000 °C gezielt untersucht werden kann. Damit können Kunden und Projektpartner die Leistungsfähigkeit von Werkstoffen, Beschichtungen und Diffusionsschichten unter realitätsnahen Einsatzbedingungen bewerten, noch bevor Bauteile in die Produktion gehen.

Effizienzgewinne für industrielle Anwendungen

Die verbesserten Oberflächeneigenschaften können in zahlreichen industriellen Anwendungen zu Effizienzgewinnen beitragen. So lassen sich z. B. Schmiedewerkzeuge in der

Warmmassivumformung deutlich länger einsetzen oder beim Strangpressen von Kupfer Materialadhäsion und Ausschussraten reduzieren. Weitere Anwendungen finden sich beispielsweise in der Herstellung hochwertiger Aluminiumbauteile, in der Biegeumformung von Edelstahl oder in der Fertigung präziser Armaturen und Ventile.

09. Juni 2026

Seite 3 | 4

Darüber hinaus erschließt das Fraunhofer IST mit der neuen Infrastruktur zusätzliche Forschungs- und Entwicklungsfelder. Neue gasförmige Ausgangsstoffe ermöglichen die Entwicklung weiterer Nanokomposit-Schichten in kohlenstoff-freien quaternären Systemen wie beispielsweise Ti-Si-B-N. Ergänzend baut das Institut seine Kompetenzen in der elektrochemischen Charakterisierung aus, um das Korrosionsverhalten von Oberflächen frühzeitig bewerten und gezielt optimieren zu können.

Mit der erweiterten Infrastruktur bietet das Fraunhofer IST eine integrierte Entwicklungsplattform – von der Idee über die Prozessentwicklung bis zur Validierung unter realistischen Bedingungen. Das verkürzt Entwicklungszeiten und beschleunigt den Transfer hochbelastbarer Oberflächen in industrielle Anwendungen.



Abb. 1 Die neue Gasborieranlage am Fraunhofer IST erzeugt durch Diffusionsbehandlungen bei bis zu 1050°C boridische Randzonen mit außergewöhnlichen technologischen Eigenschaften.

© Fraunhofer IST



Abb. 2 Der seit neuestem verfügbare Hochtemperaturofen erlaubt Untersuchungen im Temperaturbereich von bis 1600 °C.
© Fraunhofer IST

Das **Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST** ist ein innovativer Partner für Forschung und Entwicklung in der Oberflächentechnik mit Kompetenzen in den zugehörigen Produkt- und Produktionssystemen. Ziel ist es, maßgeschneiderte und nachhaltige Lösungen – vom Prototyp über wirtschaftliche Produktionsszenarien bis hin zur Skalierung auf industrielle Maßstäbe, und dies auch unter der Maßgabe geschlossener Material- und Stoffkreisläufe zu erarbeiten. Das Fraunhofer IST ist eines der 75 Institute der Fraunhofer-Gesellschaft, eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung in Deutschland.

Kontakt

Dr. Simone Kondruweit
Fraunhofer-Institut für Schicht- und
Oberflächentechnik IST
Pressekontakt
Tel. +49 531 2155-535
simone.kondruweit@ist.fraunhofer.de

www.ist.fraunhofer.de

