

Gruppe

MESO- UND MIKROMECHANIK

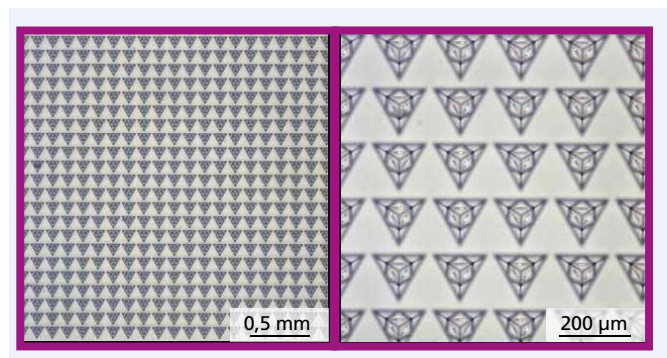
Dr. Thomas Straub | Telefon +49 761 5142-537 | thomas.straub@iwm.fraunhofer.de

DIE ADHÄSIONSEIGENSCHAFTEN FUNKTIONELLER MATERIALIEN CHARAKTERISIEREN

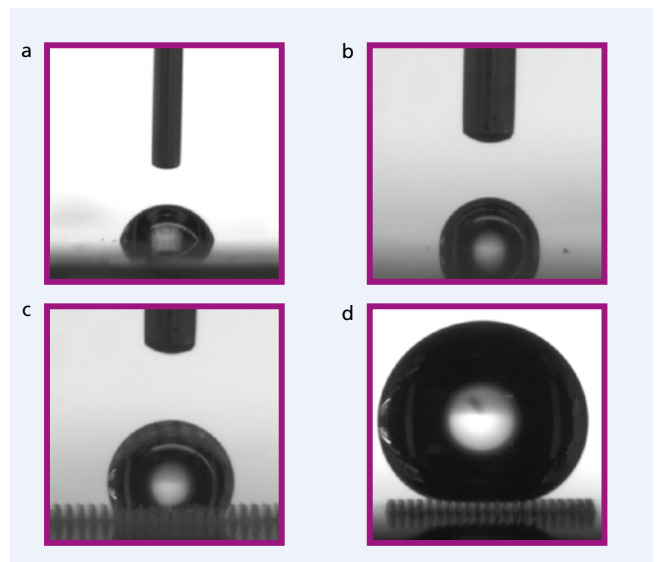
Die Oberflächenchemie und die Morphologie funktioneller Materialien vorherzusagen und gezielt herzustellen, ist in der Industrie von entscheidender Bedeutung. Viele Branchen profitieren davon, beispielsweise die Mikroelektronik und -systemtechnik, Biomedizin, Energie und Photonik sowie der Bereich der Tribologie. Die entsprechenden Produkte und Anwendungen sind stark beeinflusst durch kontaktmechanische Probleme wie die unkontrollierte Haftung und Reibung ihrer Oberflächen auf komplexen Formen und Geometrien. Diese Herausforderungen ergeben sich aus den ineinandergreifenden physikalisch-chemischen Eigenschaften der Gegenauflflächen und ihrer Grenzflächen. Diese Oberflächen- und Grenzflächeneigenschaften zu charakterisieren ist die Grundlage dafür, die Zuverlässigkeit, Reproduzierbarkeit und Leistung der Grenzfläche vorhersagbar zu gestalten. Eine aussagekräftige Charakterisierung erfordert unterschiedliche Betrachtungsweisen, die eine quantitative, ganzheitliche Sicht ermöglichen: über mehrere Längenskalen in allen drei Raumdimensionen hinweg, untermauert durch solide physikalische Modelle, die experimentell validiert wurden.

Charakterisierung von Prototypen zur Modellvalidierung

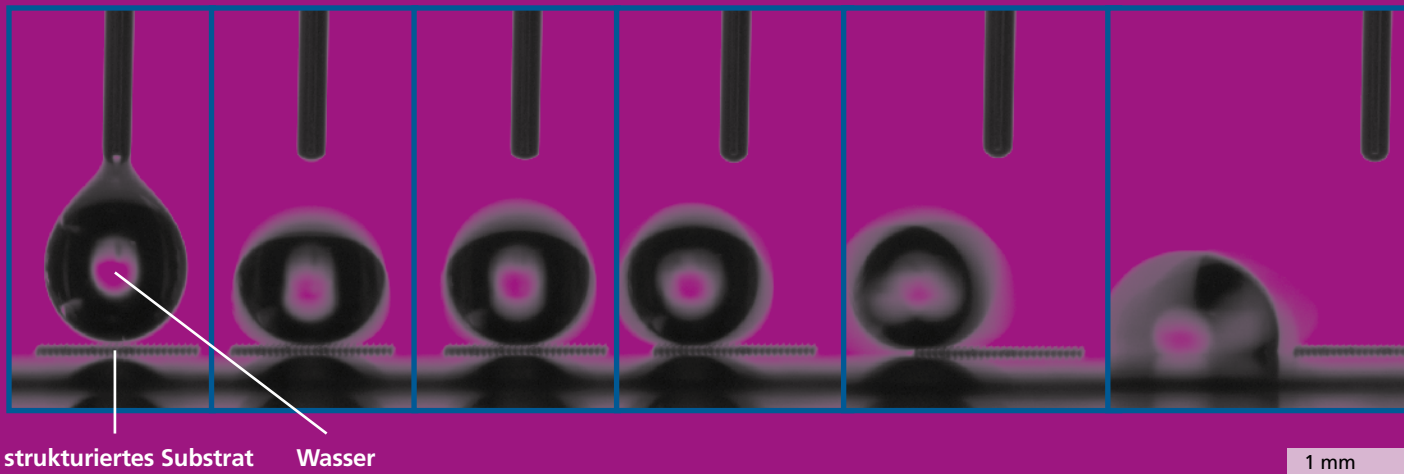
Für solcherart neue Materialien, die auf Nano-Ebene strukturiert sind, gibt es bisher keine standardisierten Richtlinien zur Charakterisierung. Auch wie die Material-Charakterisierung beim Design von Produkten und Prozessen unterstützen kann, ist noch nicht festgelegt. In vielen Fällen liefern Charakterisierungs- und Prüfprotokolle zwar Fachdaten, die jedoch nicht ausreichen, um eine fertige Interpretation oder ein vernetztes Verständnis über die Entwicklung der Materialeigenschaften während des komplexen Herstellungsprozesses zu gewährleisten. Dies hat zur Folge, dass viele dieser Produkte unter



1 Lithographisch hergestellte tetraedrische Oberflächenstruktur, rechts mit 20-facher Vergrößerung dargestellt.



2 Leicht hydrophiles Basismaterial (a), chemisch behandeltes Substrat wird leicht hydrophob (b), Strukturierung zeigt den Wenzel Benetzungszustand (c), mit HMDSO beschichtete Strukturierung zeigt den metastabilen Cassie-Baxter-Benetzungszustand (d).



3 Superhydrophobes »rollendes« Tröpfchenverhalten auf dem strukturierten Substrat nach HMDSO-Plasmapolymerisation.

ungünstiger Funktionsausbeute, geringer Produktivität und unzuverlässiger Endverbraucherleistung leiden können, mit oft verheerenden Folgen für die Anwendungen und Hersteller.

Mikroaktorik, technische Gerüste für die Geweberegeneration, nanostrukturierte superhydrophobe oder hierarchisch strukturierte Oberflächen sowie Mikro-, beziehungsweise Nanopartikel für die Wirkstoffabgabe als auch Beschichtungen für Biosensoren sind Beispiele für industrielle Anwendungen, bei denen das Problem der Adhäsion auf zugängliche und sinnvolle Weise angegangen werden muss. Um dieses Thema zu erforschen, bereitet das Fraunhofer IWM für das EU-Projekt OYSTER speziell zugeschnittene Mikroproben mittels Direct Laser Writing (DLW) vor. Die Strukturierungsfreiheit von DLW ermöglicht dem Fraunhofer IWM, eine Vielzahl komplizierter Mikrokomponenten, die ursprünglich von mehreren EU-Konsortialpartnern in teuren Prozessen entwickelt werden mussten, zu einem Bruchteil des Preises und in kürzester Zeit nachzubilden. Diese kurze Herstellungszeit beschleunigt die für die Modellvalidierung erforderlichen Bearbeitungszeiten durch erweiterte experimentelle Charakterisierung für die anschließende Modellvalidierung.

Die Beiträge des Fraunhofer IWM zum Projekt OYSTER tragen damit zur schnellen und zuverlässigen Herstellung neuartiger nanohergestellter, heterogener und nanostrukturierter Oberflächen bei, bei denen die freie Oberflächenenergie und die Adhäsionseigenschaften durch ein Strukturdesign mit einer Auflösung von etwa 100 nm eingestellt werden. Die Vorhersagbarkeit der Kopplungsprotokolle von OYSTER wird durch mehrere industrielle Fallstudien bestätigt, die zu einer verbesserten industriellen Nutzung führen werden.

Spezialentwicklung von Oberflächenbenetzbarkeit

Die freie Oberflächenenergie kann gezielt manipuliert werden, um die Haft- und Benetzungseigenschaften einer Oberfläche einzustellen. Die Gruppe für Meso- und Mikromechanik unterstützt dabei, Oberflächen mit definiertem Benetzungsverhalten zu erzeugen: von hydrophil bis superhydrophob und allen Zuständen, die dazwischen liegen.

Matthew Berwind, Dr. Thomas Straub