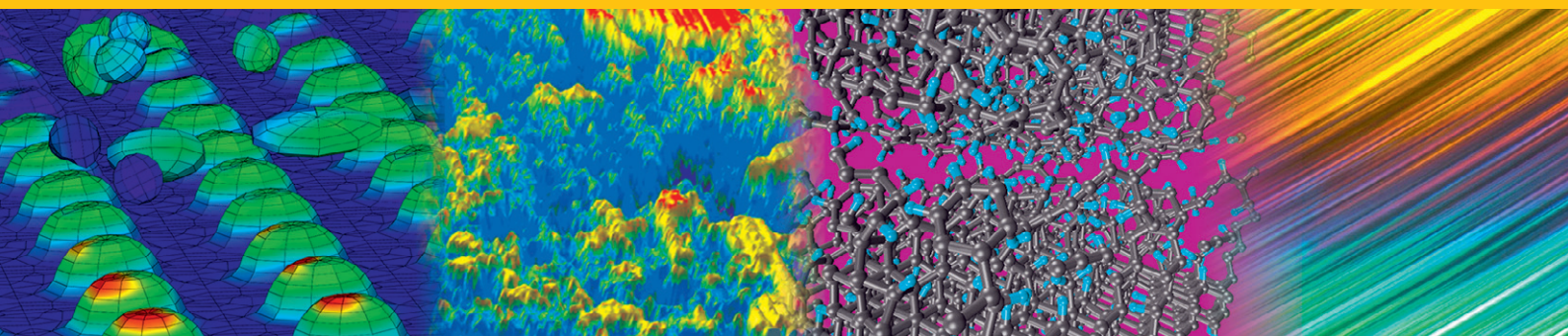
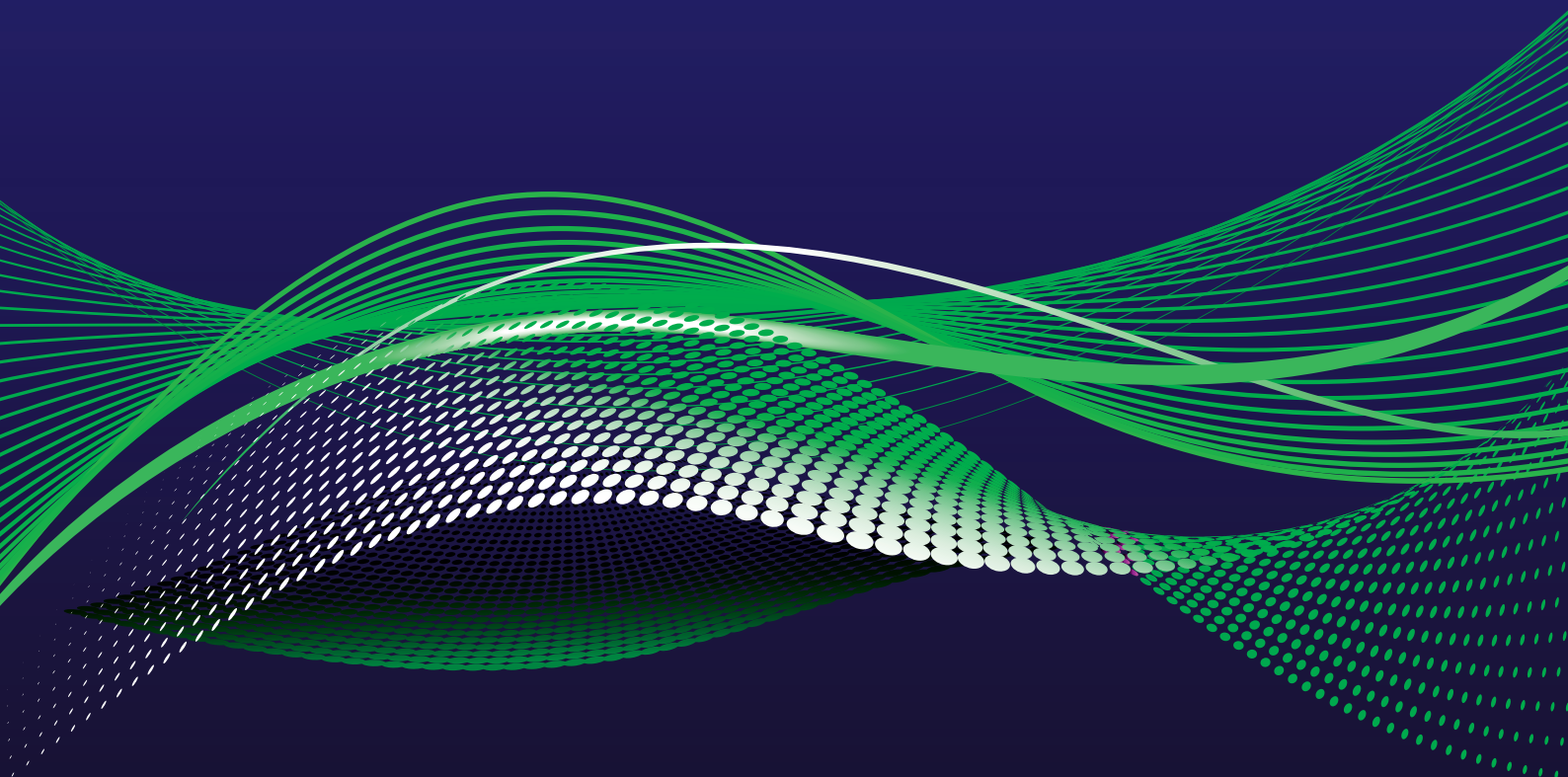


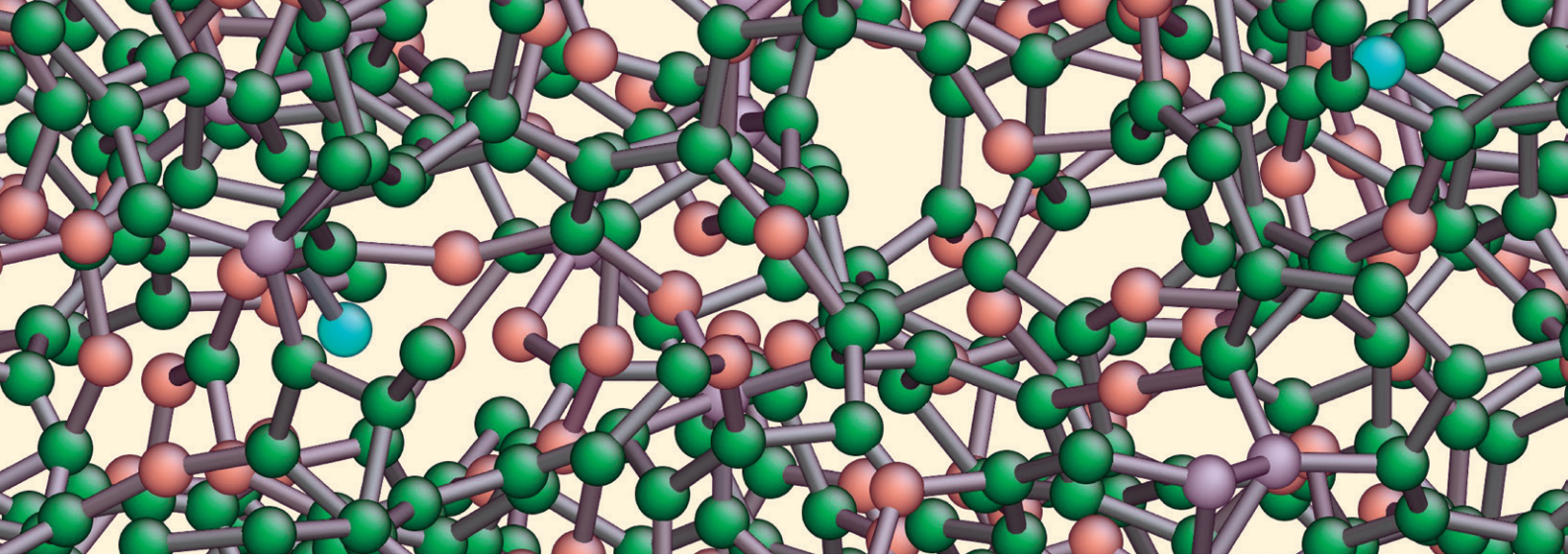
MIKROTRIBOLOGIE CENTRUM μ TC

EINE KOOPERATION VON FRAUNHOFER IWM UND KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE KIT IAM



**Reibung und Verschleiß
berechenbar machen**





Organisation

MikroTribologie Centrum μ TC

Eine Kooperation von Fraunhofer IWM und Karlsruher Institut für Technologie KIT IAM

Leitung: Prof. Dr. Matthias Scherge, Prof. Dr. Peter Gumbsch

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Verschleißschutz, Technische Keramik

Dr. Andreas Kailer

andreas.kailer@iwm.fraunhofer.de

- Entwicklung von adaptiven Tribosystemen und von Schmierstoffen mit ultraniedriger Reibung
- Untersuchung von Hochtemperatur-Tribosystemen

Multiskalenmodellierung und Tribosimulation

Prof. Dr. Michael Moseler

michael.moseler@iwm.fraunhofer.de

- Multiskalige Simulation von Reibungs- und Verschleißprozessen
- Simulation von Plastizität und Tribochemie

Polymertribologie und biomedizinische Materialien

Dr. Raimund Jaeger

raimund.jaeger@iwm.fraunhofer.de

- Analyse geschmierter Polymer-Stahl-Kontakte
- Tribologie generativ gefertigter Bauteile

Tribologische Schichtsysteme

Bernhard Blug

bernhard.blug@iwm.fraunhofer.de

- Herstellung angepasster amorpher diamantähnlicher Kohlenstoffschichten und kristalliner Diamantschichten
- Prozess- und Anlagenentwicklung

Institut für angewandte Materialien – Computational Materials Science, KIT

Materialien unter tribologischer Belastung

Dr. Christian Greiner

christian.greiner@kit.edu

- Werkstoffwissenschaftliche Fragestellungen der Tribologie
- Verbindung technischer und biologischer Systeme

Mikrotribologie

Dr. Johannes Schneider

johannes.schneider@kit.edu

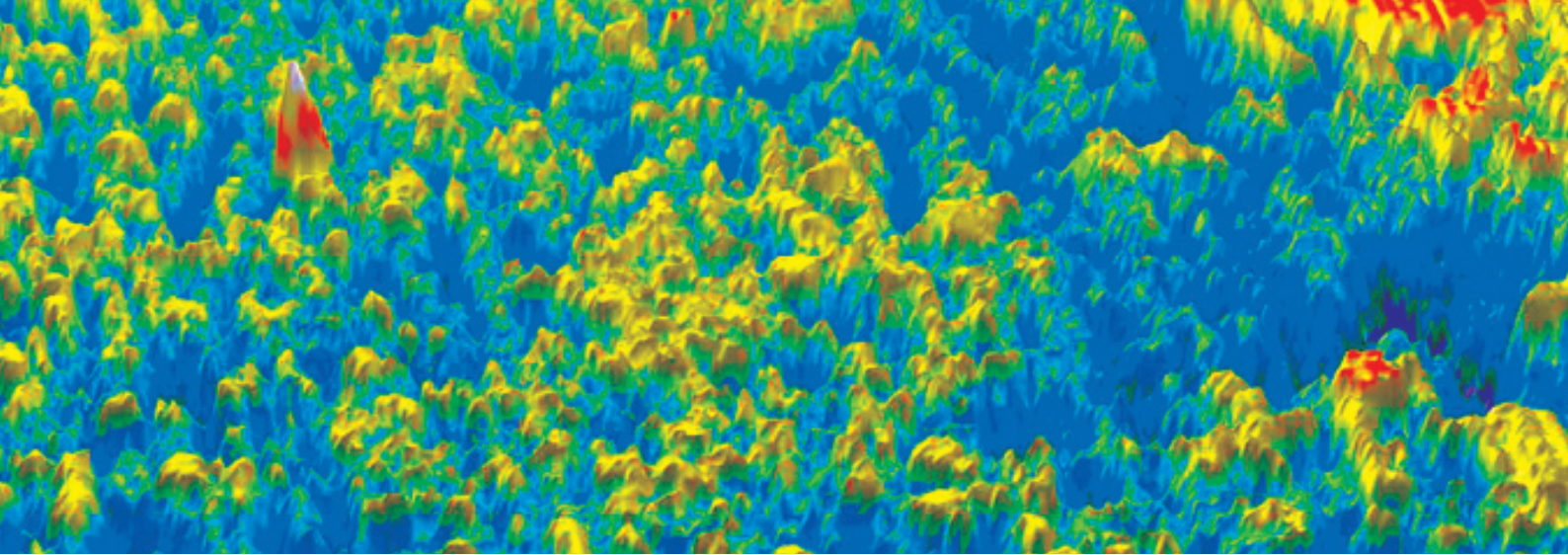
- Entwicklung von Prozessen zur lasergestützten Oberflächentexturierung
- Beanspruchungsspezifische Wirkflächenoptimierung

Angewandte Nanotribologie

Prof. Dr. Martin Dienwiebel

martin.dienwiebel@iwm.fraunhofer.de

- Aufklärung und Beschreibung von Einlaufvorgängen und Entstehung des dritten Körpers
- Echtzeitmessung von Reibung und Verschleiß und Entwicklung von in situ-Messtechniken



Mit einem integralen Ansatz bei Analytik, Experiment und Simulation Tribologie berechenbar machen

Drastisch gestiegene Forderungen bei Emissionsminderungen, Energieeinsparung und Ressourcenschonung haben die Tribologie in den Fokus der Industrie und der Gesellschaft gebracht. Nachhaltigkeit ist Wirtschaftsfaktor in vielen Industriebereichen und damit auch die Forschung und Entwicklung zu Reibung und Verschleiß.

Treiber für den Forschungsbedarf sind beispielsweise

- die Reduzierung der Baugröße mechanischer Systeme zur Gewichtseinsparung,
- höhere Betriebstemperaturen zur Steigerung von Leistungsdichten,
- die vollständige Ausnutzung der Leistungsreserven technischer Systeme,
- verschärfte Rahmenbedingungen bei der Werkstoff- und Schmierstoffauswahl zur Einhaltung ökologischer Vorgaben,
- maximale Robustheit technischer Tribosysteme (zum Beispiel Mediensmierung, Trockenlauf oder geringe Schmierfilmdicken) für mehr Zuverlässigkeit und Sicherheit.

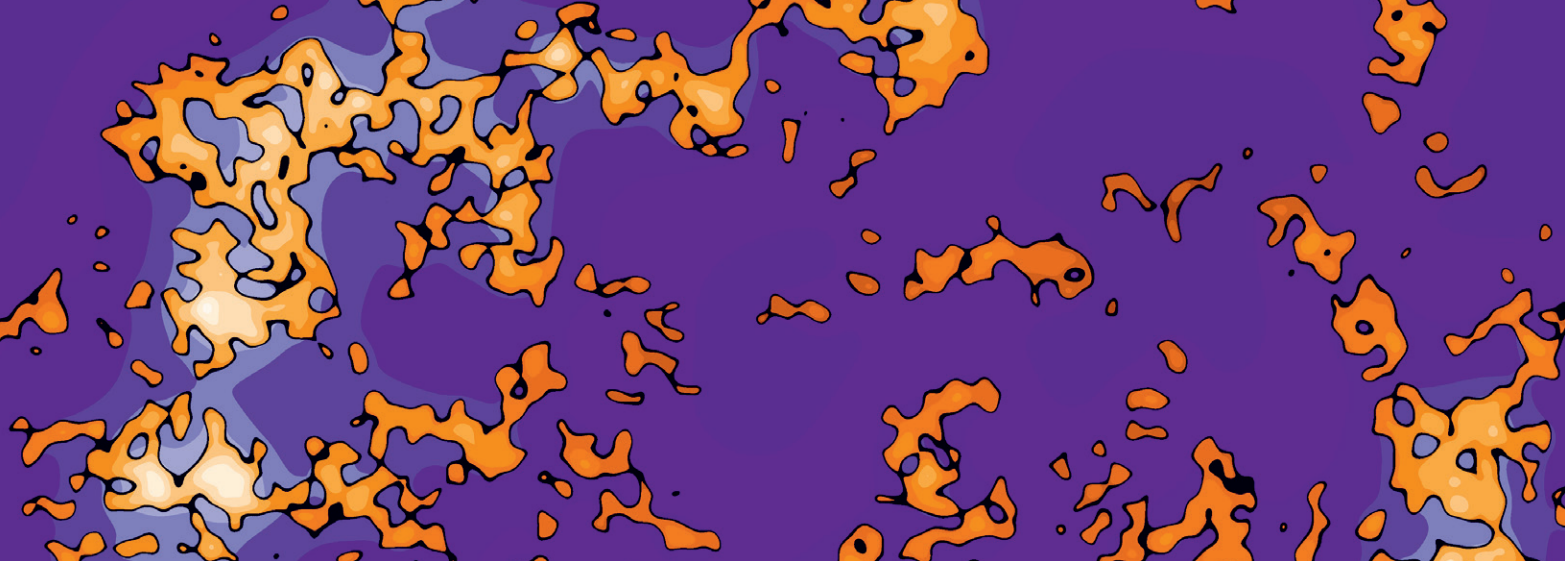
Das MikroTribologie Centrum μ TC betreibt Reibungs- und Verschleißforschung. Es optimiert tribologische Systeme und entwickelt Lösungen für Reibungsminderung und Verschleißschutz durch technische Keramik, durch neuartige Schmierstoffe, durch tribologische Schichtsysteme als auch durch fertigungstechnisch konditionierte Tribowerkstoffe. Dazu werden Reibungs-, Abrieb-, Einlauf- und Verschleißmechanismen sowie die Tribochemie von Maschinenelementen wie Wälz- und Gleitlager, Schneid- und Umformwerkzeuge sowie Motor- und Getriebeelemente auf der Mikro- und Nanoskala aufgeklärt.

Maßgeschneiderte Modellexperimente

- Wir bilden komplexe tribologische Systeme unserer Kunden in vereinfachten aber relevanten Modellsystemen ab,
- Verschleißraten messen wir kontinuierlich mit hoher Auflösung,
- anwendungsnahe tribologische Prüfungen führen wir an Werkstoffen und Bauteilen durch,
- wir untersuchen die tribochemischen Einflüsse auf Reibung und Verschleiß und verknüpfen elektrochemische Methoden mit tribologischen Modell- und Prüfstandsversuchen,
- in situ-Verschleißmessungen zur Erfassung kleinster Verschleißraten und deren Änderung führen wir bei variablen Prüfbedingungen direkt und in einem einzigen Versuch durch.

Hochaufgelöste Triboanalytik

- Wir beschreiben orts- und zeitaufgelöst die chemische Zusammensetzung, die Mikrostruktur und die Topographie von Tribosystemen,
- durch chemische Charakterisierung erfassen wir die elementare Zusammensetzung der Oberfläche und des oberflächennahen Volumens (möglichst mit atomarer Auflösung) und die chemischen Bindungsverhältnisse im darunter liegenden Tribomaterial,
- wir erzeugen detaillierte Texturinformationen und unterscheiden amorphe von kristallinen Bereichen durch mikrostrukturelle Charakterisierung,
- für eine räumliche Charakterisierung koppeln wir strukturelle und chemische Informationen mit hochaufgelösten topographischen Informationen.



Multiskalige Tribosimulation

- Die chemische, mikrostrukturelle und topographische Komplexität experimenteller Tribosysteme bilden wir in virtuellen Modellen ab,
- die numerische Simulation nutzen wir als virtuelles Mikroskop, die Submikrostruktur bilden wir mit Molekulardynamik ab und die chemische Komplexität stellen wir mit ab initio-Methoden dar,
- durch die mesoskalige Behandlung der Elastohydrodynamik von Tribosystemen können wir Vorschläge für Topographien und für die rheologischen Eigenschaften von Schmierstoffen machen.

Oberflächendesign und Beschichtung

- Wir geben Handlungsanweisungen, wie die Nanostruktur von Schichten einzustellen ist und welche Schmierstoffadditive sich günstig auf Reibung und Verschleiß auswirken,
- für keramische Werkstoffe unter Mediensmierung und Umgebungseinflüssen erarbeiten wir Konzepte, um die Schädigungsentwicklung durch Verschleiß, Korrosion und Alterung zu modellieren,
- durch den Einbau netzwerkmodifizierender Elemente in die Plasmabeschichtung stellen wir die Benetzbarkeit durch Schmiermittel ein und vermeiden unerwünschte Anhaftungen,
- unterstützt durch Plasmadiagnostik erlaubt unsere Prozesstechnologie eine getrennte Steuerung von inhärenten und topographischen Eigenschaften von Schichten.

Kombination Experiment – Analytik – Simulation

- Das Potenzial, das in der Kombination von Experiment, Analytik und Simulation liegt, schöpfen wir aus, indem wir realitätsnahe Modellexperimente mit möglichst wenig chemischer Komplexität identifizieren und so den Vergleich mit atomistischen Simulationen ermöglichen.
- Da die Vorgänge im Schmierpalt in vielen Systemen nicht direkt experimentell beobachtbar sind, arbeiten wir daran, mit atomistischer Simulation Aussagen zu »schmutzigen« Experimenten machen zu können.
- Synergien aus der Kopplung von Analytik und numerischer Simulation erzeugen wir durch möglichst präzise analytische Startstrukturen und die simulationsgestützte Interpretation von Spektren, um aus spektralen Fingerabdrücken auf chemische Bindungsverhältnisse schließen zu können.

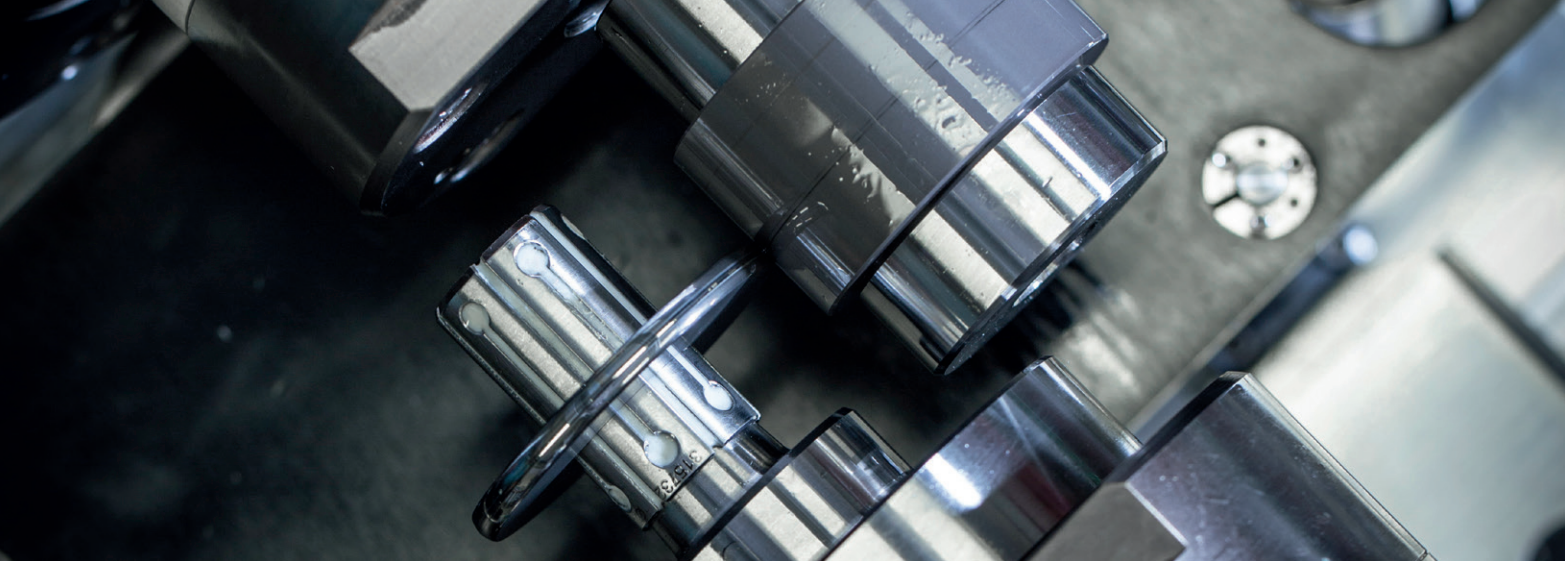


Foto: © Dirk Mahler / Fraunhofer

Technische Ausstattung

Tribologische Experimente

- Stift-Scheibe-Prüfstände
- Mikrotribometer
- Wälz- und Gleitverschleißprüfstände
- Tribokorrosionsprüfstände
- Frettingprüfstände
- Motorprüfstände

Triboanalytik

- Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie (XPS)
- Mikroskopie (AFM, REM, TEM, FIB)
- Spektroskopie (Raman, ICP-OES, FTIR)
- Radionuklidtechnik

Tribosimulation

- Kontinuumsmodelle (FEM, CFD)
- Mesoskopische Partikelsimulation
- Molekulardynamik
- Tight-Binding
- Dichtefunktionaltheorie
- Eigene Codes (GPAW, Atomistica, SimPartix®)

Oberflächendesign und Beschichtung

- Reaktives Magnetron-Sputtern (HF, DC, Puls-DC) mit HF-Substratbiasing
- Ionenstrahltechniken
- PECVD-Anlagen
- Plasma-CVD-Beschichtungsanlagen CCP/ICP
- Mehrkammerbeschichtung für Multilagen- und Hybridschichten

Kundenspezifische Leistungen

Antriebe

- Einlaufoptimierung
- Schmierfilmberechnungen
- Hochtemperaturtribologie
- In situ-Messung von Reibung und Verschleiß (Radionuklidtechnik und ICP-OES)

Getriebe

- Aufklärung und Vermeidung von Tribokorrosion
- Beherrschen von White Etching Cracks WEC in Windkraftanlagen
- Aufklärung von Wasserstoffversprödung in Lagern
- Entwicklung getriebeangepasster Verschleißschutzschichten

Schmierstoffe und Additive

- Additiventwicklung
- Entwicklung von Lösungen für schaltbare Reibung
- atomistische Simulation
- Aufklärung von Schadensfällen

Maschinenbau

- Standzeitverlängerung
- Werkstoffauswahl für Triboanwendungen (Stahl, Aluminium, Polymere)
- Tribokonditionierung
- Laserstrukturierung

MIKROTRIBOLOGIE CENTRUM μ TC

Leitung: Prof. Dr. Matthias Scherge und Prof. Dr. Peter Gumbsch

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

79108 Freiburg | Wöhlerstraße 11

Telefon +49 761 5142-206 | matthias.scherge@iwf.fraunhofer.de

www.mikrotribologiezentrum.de

Standorte des MikroTribologie Centrums μ TC



Foto: © Johannes Marburg, Genf

Fraunhofer IWM Freiburg

Schwerpunkte bei der Simulation von Reibungs- und Verschleißprozessen, Verschleißschutzschichten und Polymertribologie.



Foto: © Roland Guth, Freiburg

Campus Süd KIT, Karlsruhe

Fokus auf Triboanalytik, Bewertung von tribologisch belasteten Oberflächen und multiskaliger Simulation tribologischer Prozesse.



Foto: © Yohan Zerdoun, Freiburg

Campus Ost KIT, Karlsruhe

Schwerpunktthemen Nanotribologie, Bewertung geschmierter Tribosysteme und Echtzeitmessung von Verschleiß.