

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

17. Juni 2025 || Seite 1 | 5

ERC Advanced Grant für Michael Moseler vom Fraunhofer IWM: Digitaler Zwilling für Schmierstoffe in hochbelasteten Reibkontakten

Für die Erforschung und Entwicklung eines digitalen Zwillings, der Schmierung unter hoher Belastung beschreiben und damit die Konstruktions- und Betriebsbedingungen für energieeffiziente Maschinen vorhersagen kann, erhält Prof. Dr. Michael Moseler, Leiter des Geschäftsfelds Tribologie am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg und Professor für Simulation funktionaler Nanosysteme an der Universität Freiburg, einen »ERC Advanced Grant« in Höhe von 2,5 Millionen Euro vom Europäischen Forschungsrat (ERC, European Research Council). Ein ERC Grant zählt zu den wichtigsten Auszeichnungen in der europäischen Forschungsförderung und wird an Spitzenforschende für herausragende wissenschaftliche Forschungsansätze vergeben.

Reibung ist allgegenwärtig. Wo sich Bauteile gegeneinander bewegen, wird Energie verbraucht. Weltweit kostet das Berechnungen zufolge bis zu 20% des Energieverbrauchs – und das trotz vieler technologischer Lösungen zur Reibungsminderung, wie neuen Schmierstoffen und Beschichtungen.

Wie dieses noch unerschlossene Potenzial zur Energieeinsparung und Nachhaltigkeit gehoben werden kann, will Michael Moseler mit der Entwicklung eines digitalen Zwillings für geschmierte Reibkontakte zeigen. Für die Umsetzung des ambitionierten Forschungsvorhabens erhält er vom Europäischen Forschungsrat einen »ERC Advanced Grant« in Höhe von 2,5 Millionen Euro für fünf Jahre.

Die Herausforderung besteht darin, experimentell unzugängliche reibungsverursachende Prozesse in technischen Systemen, die auf der atomaren Ebene ablaufen, wie beispielsweise Viskositätsveränderungen von Schmierstoffen in nanoskaligen Reibspalten oder das Gleiten des dadurch verfestigten Schmierstoffs über Werkstoffoberflächen, berechenbar zu machen.

Hier kommt ein neuartiger Ansatz von Computersimulationen zum Einsatz. Simulationsmethoden und Rechenmodelle, die die Mechanismen auf den unterschiedlichen Skalen beschreiben, werden in einem einzigen Werkzeug so miteinander kombiniert, dass die reibungsverursachenden Merkmale erfasst und das Verhalten des Reibungssystems vorhergesagt werden können. Sind die Ursache-

Pressekontakt

Thomas Götz | Telefon +49 761 5142-153 | thomas.goetz@iwm.fraunhofer.de

Wissenschaftlicher Kontakt

Prof. Dr. Michael Moseler | Telefon +49 761 5142-332 | michael.moseler@iwm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM | Wöhlerstraße 11 | 79108 Freiburg | www.iwm.fraunhofer.de

Wirkungsbeziehungen zwischen den atomaren Prozessen und der energieverzehrenden Reibung für das jeweilige technische System mathematisch beschrieben, kann dieses auch optimiert werden.

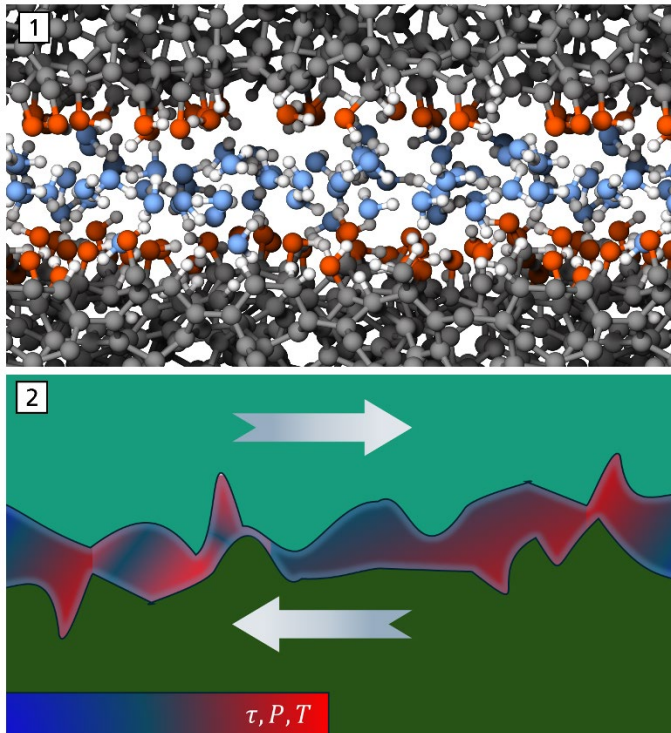
PRESSEINFORMATION

17. Juni 2025 || Seite 2 | 5

Bei den Berechnungen kommen Molekulardynamiksimulationen in extremem Maßstab zum Einsatz, die die atomistischen Effekte in diesem Reibungsbereich berücksichtigen. Die Entwicklung von physikalisch basierten Materialmodellen, die das molekulardynamisch beobachtete Verhalten genau wiedergeben, ist ein Schlüsselaspekt des Projekts. So müssen beispielsweise präzise Konstitutivgleichungen für die Rheologie und die tribochemischen Reaktionen von wenigen Nanometer dicken Schmierfilmen unter Gigapascal-Drücken bestimmt werden. Diese werden in Kontinuumsgleichungen integriert und bilden den Kern des digitalen Zwillings, der die thermo-elasto-hydrodynamische Schmierung in hochbelasteten Bauteilen (z.B. Wälzlager und Zahnradpaarungen) berechenbar machen soll. Das Projekt wird automatisierte Workflows für molekulare Hochdurchsatzrechnungen von Reibkontakten unter einer Vielzahl von Lastparametern nutzen. Außerdem wird die neueste Generation von maschinell erlernten interatomaren Potenzialen (MLIPs), die quantenmechanische Genauigkeit zu einem Bruchteil der Rechenkosten bieten, zum Einsatz kommen.

Es ist die Kombination von extremskaligen atomistischen Simulationen, maschinell trainierten KI-Kraftfeldern und die Integration der daraus folgenden physikalischen Konstitutivgleichungen in eine Kontinuumsbeschreibung des hochbelasteten Schmierstoffs, die den Forschungsansatz einzigartig macht und einen virtuellen Einblick in bislang unerschlossene und nicht zugängliche Reibmechanismen schafft. Weitere Erfolgsfaktoren sind die intelligente und effiziente Nutzung enormer Rechenkapazität für die Simulation von bis zu einer Milliarde Atome und der Aufbau einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur für die entstehenden Datenströme und die Datenauswertung.

In fünf Jahren soll der digitale Zwilling durch den Brückenschlag zwischen atomaren Reibungsphänomenen und der Konstruktion von Lagerungen und Getrieben für mehr Nachhaltigkeit und Energieeffizienz in Maschinen, Geräten und Fahrzeugen sorgen.



© Fraunhofer IWM

Der digitale Zwilling für Schmierstoffe in hochbelasteten Reibkontakten stellt eine mathematische Verbindung her zwischen der atomaren Dynamik im Schmierpalt und der makroskopischen Reibung. Mit dem Wissen um die fundamentalen Ursachen des reibungsbedingten Energieverbrauchs von technischen Systemen wie Lagerungen oder Antrieben können energieeffizientere Maschinen, Anlagen oder Fahrzeuge konstruiert werden.

Abb. 1: Molekulardynamiksimulation eines Glycerol-geschmierten Reibkontakts aus zwei diamant-ähnlichen Kohlenstoffschichten unter hoher mechanischer Belastung. Mit derartigen Tribosystemen können beispielsweise neuartige suprageschmierte Gleitlager gebaut werden. Die Molekulardynamiksimulation liefert Materialgesetze für das Schmierstoffverhalten.

Diese wiederum sagen in höherskaligen Fluidodynamiksimulationen von geschmierten rauen Oberflächen die makroskopische Reibung vorher (Abb. 2).



PRESSEINFORMATION

17. Juni 2025 || Seite 4 | 5

Abb.: Prof. Dr. Michael Moseler, © Fraunhofer IWM, Foto: Kai Wudtke

Zur Person

Prof. Dr. Michael Moseler ist ein deutscher Physiker und Materialwissenschaftler mit einem starken Fokus auf atomistische Modellierung von Reibung, Schmierung und Verschleiß. Er leitet das Geschäftsfeld »Tribologie« am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM und hat eine Professur für »Simulation funktionaler Nanosysteme« am Physikalischen Institut der Universität Freiburg inne. Seine Forschungsaktivitäten umfassen klassische und quantenmechanische Molekulardynamiksimulationen von tribologisch induzierten Phasenübergängen, Rheologie und Reaktivität von Schmierstoffen in engen Spalten sowie grundlegende Mechanismen, die der Supraschmierung zugrunde liegen. Im Jahr 2022 erhielt Moseler den renommierten Stifterverband-Wissenschaftspreis für seine »Virtuelle Materialsonde für tribologische Kontakte« (siehe https://youtu.be/c75_Z7WdHms).

Förderhinweis

PRESSEINFORMATION17. Juni 2025 || Seite 5 | 5

**Funded by
the European Union****European Research Council**
Established by the European Commission

Die Entwicklung eines Digitalen Zwillings für Schmierstoffe in hochbelasteten Reibkontakten wird von der Europäischen Union im Rahmen eines »ERC Advanced Grant« gefördert. ERC-2024-ADG, Project 101201061 – LubeTwin.

Das **Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM** arbeitet an der Nachhaltigkeit in der industriellen Wertschöpfung. Mit seinen Forschungs- und Entwicklungsleistungen eröffnet es seinen Partnern Wege und Gestaltungsräume für Langlebigkeit und Sicherheit in Bauteilen, Ressourceneffizienz in Prozessketten sowie Energieeffizienz in Maschinen. Dazu macht das Institut Werkstoffe in Prozessketten, Bauteilen und Maschinen mit ihrem Verhalten und ihren Eigenschaften berechenbar. Die Auswirkungen von mechanischen, tribologischen, thermischen, elektrischen und chemischen Beanspruchungen auf die Funktion und die Beständigkeit von Werkstoffen werden erforscht und Lösungen entwickelt, damit diese in Prozessen und Bauteilen wie einstellbare Systeme genutzt werden können.

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung.
