



*60 Jahre*  
**GfT**

**60. Tribologie-Fachtagung 2019**  
*60th German Tribology Conference 2019*

**Reibung, Schmierung und Verschleiß**  
*Friction, Lubrication and Wear*

Forschung und praktische Anwendungen  
*Research and Practical Applications*

23. bis 25. September 2019 in Göttingen

**Tagungsleitung:**

C. Wincierz, Darmstadt

**Programmausschuss:**

G. Poll, Hannover (Vorsitz)

V. Popov, Berlin

A. Rienäcker, Kassel

H. Rodermund, Schwedelbach

B. Sauer, Kaiserslautern

C. Specht, Schweinfurt

K. Stahl, München

R. Zechel, München

T. Gradt, Berlin

# TAGUNGSPROGRAMM

## VORWORT

Auch in diesem Jahr lädt die Gesellschaft für Tribologie e.V. (GfT) wieder zur **Tribologie-Fachtagung** nach Göttingen ein und kann gleich ein doppeltes Jubiläum feiern: am 17. November 2019 jährt sich die Gründung der Gesellschaft für Schmiertechnik (GST), Vorläufer der GfT, zum **60sten** Mal. Da von Beginn an regelmäßig Jahrestagungen abgehalten wurden, ist auch die diesjährige Veranstaltung die **60ste** ihrer Art.

Im **Gründungsjahr 1959** waren in der boomenden Wirtschaft der Nachkriegszeit sämtliche Produktionsanlagen voll ausgelastet. Ausfälle von Maschinen aufgrund von Verschleiß waren jedoch ein wichtiges Hemmnis des Wachstums und rückten die Schmieringstechnik in den Mittelpunkt des Interesses, was unter anderem auch die Gründung der GST zur Folge hatte. Bald schon zeigte sich aber, dass die Schmieringstechnik allein die Probleme nicht lösen konnte, sondern das gesamte System betrachtet werden musste, was die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen wie Chemie, Physik, Maschinenbau und Werkstoffwissenschaften erforderte.

Diese Problemstellung war natürlich nicht auf Nachkriegsdeutschland begrenzt. In England war in etwa zur selben Zeit eine Regierungskommission ebenfalls damit befasst, und im Zuge dieser Arbeit prägte deren Leiter, Peter Jost, den inzwischen international gebräuchlichen Begriff „Tribology“. Die Gesellschaft für Schmiertechnik erkannte sofort, dass dieses Wort die eigene Aufgabenstellung rund um Reibung, Verschleiß und Schmiering sehr viel besser beschreibt, und änderte unmittelbar danach ihren Namen in „Gesellschaft für Tribologie“.

Auch wenn sich die Fragestellungen im Laufe der Jahre gewandelt haben, mangelt es nicht an aktuellen Herausforderungen für Tribologen. Heute sind es Themen wie

Klimawandel, Feinstaubemissionen und Mikroplastik, die nach energieeffizienten und umweltverträglichen Lösungen verlangen. Welchen Stellenwert der Tribologie dabei inzwischen auch durch die Politik zugemessen wird, zeigt sich z.B. durch das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im letzten Jahr initiierten **Forschungsfeld „Tribologie“**. Auf der Fachtagung wird es eine eigene Session mit 10 Vorträgen aus diesem Forschungsfeld geben. Eine andere Spezialsession fasst Vorträge aus dem **DFG-Schwerpunktprogramm „Fluidfreie Schmieringssysteme mit hoher mechanischer Belastung“** zusammen. Durch die Einrichtung derartiger Spezialsessions verspricht sich die GfT, die Aktualität der Tagung und deren Charakter als „Arbeitstreffen“ führender Fachleute auf dem Gebiet der Tribologie zu stärken.

Nicht nur die Umweltproblematik, sondern auch Entwicklungen in den Bereichen der Digitalisierung, Modellbildung und Analytik bringen das Fachgebiet voran. Besonders interessant dürfte in diesem Zusammenhang der Themenbereich **„Datenbanken und Datenanalyse“** werden, bei dem auch das Horizon-2020-Vorhaben **„i-Tribomat“** vorgestellt werden soll, das in einer Zusammenarbeit mehrerer führender Institute und Unternehmen eine umfangreiche tribologische Datenbank aufbauen und den entsprechenden Service für Nutzer zur Verfügung stellen soll.

Passend zur **Jubiläumsveranstaltung** werden Plenarvorträge zum **60sten Bestehen der GfT**, der bisherigen und zukünftigen Entwicklung des Fachgebiets, Grußbotschaften aus den USA, Japan und den Niederlanden die Tagung eröffnen. Ebenfalls passend zum Jubiläum wird auch die Podiumsdiskussion **„Tribotalk“** das Thema **„Die Zukunft der Tribologie: Herausforderungen und Chancen“** aufgreifen. Besonders

# TAGUNGSPROGRAMM

freuen dürfen sich die Teilnehmer wieder auf den Abschlussvortrag von **Werner Stehr**, der wie immer sehr anschaulich „**Tribologie mit dem Kaffeelöffel**“ vorführen möchte.

Wir hoffen sehr, auch zur **60sten Tribologie-**

**Fachtagung** viele von Ihnen in Göttingen begrüßen zu können.

Dr.-Ing. Christoph Wincierz,  
Vorsitzender des Vorstands der GfT

Dr. Thomas Gradt,  
Geschäftsführer der GfT

## PREFACE

This year the GfT will celebrate a double anniversary: 60 years ago, on November 17, 2019, the “Gesellschaft für Schmier-technik (GST)”, predecessor of the GfT, was founded. As from the beginning on annual conferences were held, this year’s Tribology-conference will also be the **60<sup>th</sup>**.

Even after all these years, there is no shortage of current issues in the areas of friction, lubrication and wear: Alternative fuels require adapted lubricants, electric mobility calls for low-friction, high-efficient components, energy transition and stricter environmental legislation entail new demands on tribological stressed components and their materials. That is why the **60<sup>th</sup> German Tribology Conference** will definitely be exciting and up-to-date as never before and the best opportunity to gather information on the latest research in this field, to present your own results and to discuss with experts and colleagues.

According to the anniversary event, plenary lectures on the **60 years of GfT’s existence**, the past and future development of the field, greetings from the USA, Japan and the Netherlands will open the conference. Consistent with the anniversary, the panel discussion „**Tribotalk**“ will address the topic „**The Future of Tribology: Challenges and Opportunities**“. The participants can particularly look forward to the final presentation by **Werner Stehr**, who wants to demonstrate very clearly „**Tribology with the coffee spoon**“.

In addition, more than **100 specialist lectures and scientific posters** from industry and research institutions as well as an accompanying **trade exhibition** with new and proven products related to tribology are planned.

We sincerely hope to welcome you to the **60<sup>th</sup> German Tribology Conference** in Göttingen.

Dr.-Ing. Christoph Wincierz,  
Chairman of the GfT board

Dr. Thomas Gradt,  
Secretary of GfT

# Inhaltsverzeichnis

<b>Programmübersicht</b>	<b>6</b>
<b>Plenarvorträge</b>	<b>7</b>
<b>Vorträge der Tribologie-Fachtagung</b>	<b>8</b>
<b>DFG-SPP 2074</b> „Fluidfreie Schmiersysteme mit hoher mechanischer Belastung“	<b>40</b>
<b>Wissenschaftliche Poster</b>	<b>45</b>
<b>Informationen und Anmeldung</b>	<b>48</b>

# Programmübersicht

## Montag, 23. September 2019

- ab 10:00 Uhr Anmeldungen im Tagungsbüro
- 12:00 Uhr Come Together; Foyer
- ab 13:00 Uhr Plenarveranstaltung:**  
**Eröffnung:**  
*Wincierz C.*, Vorsitzender des GfT-Vorstands:  
Begrüßung und Vortrag: 60 Jahre Gesellschaft für Tribologie  
**Preisverleihungen:**  
Verleihung GfT-Förderpreise  
Verleihung Georg-Vogelpohl-Ehrenzeichen  
**Plenarvorträge (Übersicht s. S. 7)**
- 18:00 Uhr Sektempfang
- 18:30 Uhr **Tribo-talk**  
„Die Zukunft der Tribologie: Herausforderungen und Chancen“

## Dienstag, 24. September 2019

- 09:00 - 16:00 Uhr **Vorträge der Tribologie-Fachtagung 2019**
- 08:30 - 16:40 Uhr **Vorträge des DFG Projekt SPP 2074:**  
„Fluidfreie Schmiersysteme mit hoher mechanischer Belastung“
- ab 16:00 Uhr **Besuch und Ausstellung:**  
**wissenschaftliche Poster / Fachausstellung**
- 17:30 Uhr **Mitgliederversammlung**
- 19:30 Uhr **Abendveranstaltung**

## Mittwoch, 25. September 2019

- 09:00 - 12:45 Uhr **Vorträge der Tribologie-Fachtagung 2019**
- 13:30 Uhr **Verleihung des Preises**  
**„Tribologie ist überall“**
- Anschließend Werner-Stehr: „Tribologie mit dem Kaffeelöffel“
- ca. 14:30 Uhr **Verabschiedung**

Übersicht Plenarvorträge – Säle A - C

ca. 14:15 Uhr

**Czichos H.:**

**Tribology, Tribometry and Tribodata**

ab 15:00 Uhr

**Pause**

ab 15:30 Uhr

**Bots S.:**

*Society of Tribologists and Lubrication Engineers Board of Directors, Chicago, USA*

**Challenges for the Future: Emerging Trends in Tribology and Lubricants**

**Sugimura J.:**

*Japanese Society of Tribologists, JAST*

**Tribology Researches in Japan and JAST**

**van Leeuwen H.:**

*Universität Eindhoven*

**Die Geschichte der Tribologie in den Niederlanden:**

Die Beiträge der Niederlande zu den globalen Entwicklungen in der Tribologie, gemessen an der Größe des Landes, sind bemerkenswert. Nicht nur Harmen Blok, sondern auch Cornelis Corneliszoon van Uitgeest und Pieter van Musschenbroek spielten eine wichtige Rolle bei dieser Entwicklung. Ihre Arbeit war dank Universitäten und Instituten möglich.

**Popov V.:**

*Technische Universität Berlin*

**Die Zukunft der Tribologie: beste Aussichten durch Fortschritte bei theoretischen und experimentellen Methoden**

09:00 Uhr

**Vortrag 01**

**3D-TEHD-Simulation einer bogenverzahnten Kegelradpaarung unter Mischreibungsbedingungen**

*Beilicke R., Bobach L., Bartel D. – Tribo Technologies GmbH*

Im Vortrag wird ein numerisches 3D-Simulationsmodell zur Berechnung von mischreibungsbeanspruchten Zahnflankenkontakten in bogenverzahnten Kegelradpaarungen vorgestellt. Hierbei erfolgt die exakte Berücksichtigung der Makro- und Mikrogeometrie. Für unterschiedliche Betriebsparameter werden die Berechnungsergebnisse anschaulich dargestellt und diskutiert.

09:30 Uhr

**Vortrag 02**

**Effect of oil formulation on gearbox efficiency and operating temperature – a comprehensive test and simulation program**

*Hoppert M., Fedor G., Manukyan S., Karamolegkos K.  
– Romax Technology GmbH / Evonik Resource Efficiency GmbH*

- » Including lubricant properties in transmission simulation from concept stage
- » Post-processing test data and thermal modeling
- » Discussion of small scale and full scale test results
- » Effect of oil formulation on gearbox efficiency

10:00 Uhr

**Vortrag 03**

**Temperaturabhängigkeit des Verschleißschutzes von fettgeschmierten Wälzlagern**

*Rosenkranz L., Mikitisin A., Jacobs G., Richter S., Stratmann A., Mayer J. – RWTH Aachen*

Analyse des Verschleißschutzes verschiedener Schmierfettformulierungen im Temperaturbereich von -20°C bis 120°C. Identifikation verschleißkritischer Temperaturbereiche in fettgeschmierten Wälzlagern. Untersuchung der additivinduzierten Grenzschichten auf den Lageroberflächen und Korrelation des Verschleißschutzes mit ausgewählten Schmierstoffcharakteristika.

10:30 Uhr

**Pause**

Saal A – Maschinenelemente & Antriebstechnik

11:00 Uhr

**Vortrag 04**

**Dünnschichtsensorik zur ortsauflösenden Temperaturmessung in mischreibungsbeanspruchten Wälzkontakten**

*Emmrich S., Plogmeyer M., Bartel D. – OVGU Magdeburg*

Im Vortrag werden das Vorgehen zur Entwicklung der Dünnschichtsensorik für den Einsatz in der Mischreibung und der realisierte Messaufbau in Vierleitertechnik dargestellt. Am Beispiel von Zwei-Scheiben-Versuchen werden erste Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Hier wird auch auf die Berücksichtigung des thermo- und piezoresistiven Effekts zur Korrektur der Messwerte eingegangen.

11:30 Uhr

**Vortrag 05**

**Anschmierungen bei vollrolligen Zylinderrollenlagern**

*Stuhler P., Nagler N. – Bosch Rexroth AG / IMKT Leibniz Universität Hannover*

Stand der Forschung mit anschließender Analyse bestehender Wissenslücken bzgl. des Anschmierprozesses.  
Vorstellung der geplanten Methodik: Untersuchung der Acoustic Emission beim Anschmieren zur Erkennung und Analyse des Schadensfortschritts.

12:00 Uhr

**Vortrag 06**

**Reibungsbedingte WEC-Bildung bei hohen Lasten**

*Loos J., Merk D., Kruhöffner W., Blass T., Franke J.  
– Schaeffler Technologies*

- » Grundlagen der WEC-Bildung (allgemeiner Erkenntnisstand, WEC-Zusatzbeanspruchungen)
- » reibenergetisches WEC-Bildung (WEC-Kennzahlen, Lebensdauermodell)
- » WEC-Versuche bei hohen Last mit unterschiedlichen Lagertypen

12:30 Uhr

**Pause**

14:00 Uhr

**Vortrag 07**

**Berechnung der geometrischen Veränderung von Oberflächenstrukturen im Einlauf bei reinem Rollen**

*Mevisen D., Löpenhaus C., Brecher C. – RWTH Aachen, WZL*

In diesem Bericht wird eine Methode zur Berechnung der geometrischen Oberflächenveränderung im Einlauf auf Basis der elastischen Halbraumtheorie von Boussinesq/Love vorgestellt. Ein wesentlicher Vorteil der Methode ist die Ausgabe der plastisch verformten Oberflächentopographie, sodass ein direkter Abgleich zwischen experimentellen und berechneten Primärprofilen ermöglicht wird.

14:30 Uhr

**Vortrag 08**

**CFD-Modell zur Simulation von Mikrostrukturen in hydrodynamischen Radialgleitlagern**

*Wieckhorst P., Bartel D. – OVGU Magdeburg*

Oberflächenstrukturierungen im Mikrometerbereich können die Performance tribologischer Systeme positiv beeinflussen. Vorge stellt wird ein 3D-CFD-Modell zur Untersuchung von Mikrostrukturen in hydrodynamischen Radialgleitlagern. Für einen stationären Betriebspunkt werden Ergebnisse für ein Lager mit und ohne Mikrostrukturierung gegenübergestellt und diskutiert.

15:00 Uhr

**Vortrag 09**

**Einsatz analytisch beschreibbarer Geometrien zur Berechnung des Kontaktes zwischen Wälzkörper und Bord in Wälzlagersimulationen**

*Wirsching S., Schwarz S., Tremmel S. – FAU Erlangen-Nürnberg, KTmfk*

Im Vortrag wird eine neue Berechnungsmethode für den Kontakt zwischen Wälzkörperstirn und Bord im Wälzlager vorgestellt. Anhand analytisch beschriebener Geometrien können die Pressungen im Bordkontakt rechenzeiteffizient ausgewertet werden. Die erzielten Ergebnisse werden mit gängigen Berechnungsprogrammen (BEARINX, CABA3D), der HERTZschen Theorie und der FEM verglichen und diskutiert.

**Saal A – Maschinenelemente & Antriebstechnik**

15:30 Uhr

**Vortrag 10**

**Erweiterung der Auslegung von Festlager-Laufrollenführungen bei trockenem Kontakt**

*Wenzel J., Neu M., Kirchner E. – TU Darmstadt, MPD*

Werden Festlager-Laufrollen ohne Schmierung der Führungsschiene betrieben, muss die Auslegungsberechnung der Kontaktpaarung angepasst werden. In diesem Beitrag werden die Gründe dafür, die daraus resultierenden Konsequenzen für die Berechnung und erste Ansätze zur Lösung des Problems vorgestellt.

ab 16:00 Uhr

**Zeit für den Besuch und Fragen der begleitenden Ausstellung:**

- » **Fachaussteller**
- » **Wissenschaftliche Poster (Siehe Seite 45)**

**Saal B – Biotribologie**

09:00 Uhr

**Vortrag 33**

**Modellierung des elektromechanischen Reibkontaktes zwischen Finger und Touchscreen zur gezielten Erzeugung taktiler Effekte**

*Heß M., Ebrahim A., Popov V.L. – TU Berlin*

Durch taktile Rückmeldung an den Benutzer kann die Leistungsfähigkeit berührungsempfindlicher Touchscreens erheblich gesteigert werden. Trotz umfangreicher experimenteller Untersuchungen sind die zugrunde liegenden Prinzipien bis heute noch nicht ausreichend verstanden und eine verlässliche Modellierung fehlt. Wir stellen ein vielversprechendes Modell für den elektroadhäsiven Reibkontakt vor.

09:30 Uhr

**Vortrag 34**

**Experimental tribological testing in pharmaceutical and medical engineering**

*Rummel F., Pondicherry K.S. – Anton Paar*

The study covers experimental approaches in the biomedical field, covering tribosystems related to the human body such as ophthalmic tribosystems, articular cartilage or catheters. Results from

### Saal B – Biotribologie

measurements at low contact pressures and low speeds with real biological materials like cartilage and bioinspired materials like artificial skin are presented.

10:00 Uhr

#### Vortrag 35

#### **Reibungsreduzierung von Silikonbauteilen mittels VUV-Strahlung**

*Schmidt S., Schilinsky L., Dölle C. – Fraunhofer IFAM*

Die vorteilhaften Eigenschaften von Silikonelastomeren werden von hohen Reibwerten und schnellem Verschleiß begleitet. Durch die Bestrahlung mit VUV-Licht entsteht bei Silikonmaterialien oberflächennah eine anorganische SiO<sub>x</sub>-Schicht. Diese führt neben verringerter Schmutzanhaftung und besserer Haptik zu einer Reibungs- und Verschleißreduzierung.

10:30 Uhr

#### **Pause**

### Saal B – Datenbanken & Datenanalysen

11:00 Uhr

#### Vortrag 36

#### **i-TRIBOMAT - the Open Innovation Test Bed for Tribological Materials Characterisation**

*Pirker F., Toth I., Cihak-Bayr U. – AC2T research GmbH*

The main goal of the project i-TRIBOMAT funded within the Horizon 2020 (GA Nr. 814494), is to develop the world's largest user-driven open innovation test bed enabling versatile tribological characterization of materials to reduce material up-scaling costs and time-to-market.

The concept - in order to provide tribological materials characterisation services - is , building up

- 1) a shared tribological infrastructure (more than 100 tribometers) and characterization equipment together with new protocols, triboanalytics, design of experiments, online data acquisition,
- 2) a secure IT-platform for data mining, connecting, harmonization, management, analytics, sharing and
- 3) a collaboration interface for interaction with the industrial users and customers.

These three modules and the offered services can be accessed by industrial customers via the Single-Entry Point (SEP).

Saal B – Datenbanken & Datenanalysen

11:30 Uhr

**Vortrag 37**

**Challenges for the Design of a universal Tribological Database for Materials**

*Spaltmann D., Kogia M., Liedtke S., Dykeman D., Gradt T. – BAM*

Renowned institutions in the field of tribology combine their testing and analytical capabilities with experts in materials/process information management technology to provide the respective services in Europe (i-TRIBOMAT). This requires a centralized materials information management system for the standardised capture, consolidation and harmonization of tribological information.

12:00 Uhr

**Vortrag 38**

**Collaboration Interface of i-TRIBOMAT**

*Ronkainen H., Majaniemi S. – VTT Technical Research Centre of Finland Ltd*

The Collaboration Interface is a component of the i-Tribomat service through which end users can access and utilize the use case related tribo-simulation models and their user interfaces. It provides the means to transfer experimental data between the test scales by modelling based approach. It also facilitates collaborative model building between stakeholders and dissemination of the results.

12:30 Uhr

**Pause**

14:00 Uhr

**Vortrag 39**

**Big data, deep learning and evolutionary algorithms for predicting tribological performance of rolling-sliding contacts**

*Harteringer M., Pawel R., Amir K. – Imperial College London, Tribology Group*

This talk provides an overview of application of big data, deep learning and evolutionary algorithms to the prediction of tribological performance of machines and presents results on the application of such techniques to an example rolling-sliding contact. Data from a rolling contact fatigue test-rig is used for quantitative predictions of friction and contact failure based on vibration and other sources.

## Saal B – Datenbanken & Datenanalysen

14:30 Uhr

### Vortrag 40

#### **Health Monitoring of Sliding Bearings with Machine Learning algorithms**

*Cihak-Bayr U., Steiner H., Glatz Th., Grundtner R., Pirker F.  
– AC2T research GmbH*

Scuffing of bearings is a consequence of multiple system influences, thus predictive maintenance is performed by premature exchange of components. Acoustic emission signals together with a multiple sensor network form the basis for complex linkage of data on the health of journal bearings. The high potential of machine learning to predict the lifetime and assist the condition monitoring is shown.

15:00 Uhr

### Vortrag 41

#### **Up-scaling of tribological materials behaviour to real component behaviour (related to i-TRIBOMAT AC2T)**

*Cihak-Bayr U., Katona L., Tóth I., Pirker F. – AC2T research GmbH*

Wide range of loading conditions - timewise and laterally and hardly any options for field test led to an implementation of Archard's wear law in the system simulation of agricultural wear parts to enable preselection of coating materials. Predictable lifetimes are vital to ensure full functionality in agriculture. This became feasible via the determination of the wear volume for each contact point as a function of operation conditions.

15:30 Uhr

### Vortrag 42

#### **ATLAS – an automated and highly integrated information management system for tribology laboratories**

*Gebhard A. – Inst. f. Verbundwerkstoffe GmbH*

The laboratory information management system that IVW's tribology research group develops and uses will be presented. Topics include data modelling, database architecture, test specimen and test meta data management, quality assurance, tribometer automation, automated data handling and computer assisted evaluation and test report generation.

ab 16:00 Uhr

#### **Zeit für den Besuch und Fragen der begleitenden Ausstellung:**

- » **Fachaussteller**
- » **Wissenschaftliche Poster (Siehe Seite 45)**

09:00 Uhr

**Vortrag 17**

**Einfluss von Beanspruchungsgrößen auf die Schwingungs-  
entkopplung im nasslaufenden Kupplungssystem und  
deren Korrelation mit dem Reibverhalten im  
Frikionskontakt**

*Bischofberger A., Ott S., Albers A. – KIT IPEK*

In diesem Beitrag werden Einflüsse durch Beanspruchungsgrößen, wie Schlupfdrehzahl oder Kühllölvolumenstrom auf die Entkopplung ermittelt und deren Korrelation mit dem Reibverhalten im dynamischen Betrieb herausgearbeitet. Um den Einfluss des tribologischen Systems untersuchen zu können, wird ergänzend das Reibverhalten zweier Tribosysteme grundlegend gegenübergestellt.

09:30 Uhr

**Vortrag 18**

**Synthese von Beanspruchungskollektiven zur Erholung  
trockenlaufender Frikionspaarungen und -systeme**

*Klotz T., Ott S., Albers A. – KIT IPEK*

In dieser Studie wird anhand von organischen Reibelagen untersucht, wie durch vorübergehende Variation der Beanspruchung die Erholung nach vorangegangener Schädigung begünstigt werden kann. Es wird gezeigt, dass hiermit sowohl die Dauer der Erholungsphase als auch die Abweichungen der Reibeigenschaften entscheidend reduziert werden können.

10:00 Uhr

**Vortrag 19**

**Modell zur Beschreibung der Tribooxidation in Stahl-  
Diesel-Kontakten**

*Koch V., Rittmannsberger W., Bartel D. – OVGU Magdeburg*

Bei tribologischen Modellversuchen mit Dieselschmierung und Komponententests von Diesel - Einspritzsystemen können nach der Beanspruchung an den Stahloberflächen oxydische Randschichten festgestellt werden. Der Einfluss der Oxidschichtbildung auf das Verschleißverhalten ist Gegenstand der Untersuchung. Ein Modell zur Beschreibung der wirksamen Mechanismen wird vorgestellt.

10:30 Uhr

**Pause**

11:00 Uhr

### Vortrag 20

#### **Piston expander used in a Rankine waste heat recovery system: Tribological challenges**

*Woydt M., Kientz T. – Exoès S.A.S. / Matrilub*

The waste heat recovery expansion machine was designed as a washplate axial piston expander and run with a vapor of ethanol and water comprising a small amount of PAG oil. Antimony-impregnated carbon against Cronidur®30 or against DLC-coated Cronidur®30 were investigated using a new hot steam and sealed SRV®-type tribometer. Friction of piston shoes on the washplate was modeled and determined using a pin-on-disc tribometer under mixed and boundary lubrication regimes.

11:30 Uhr

### Vortrag 21

#### **Entwicklung und Erprobung einer neuen Kraftstoffpumpe für Hochdruck-Benzindirekteinspritzung**

*Berlet P., Köhler L., Schmitz N., Kronstedt M., Phan B., Veit V., Wittmann M., Züfle M. – IAVF Antriebstechnik GmbH*

Notwendigkeit neuer Pumpen- und Pumpenantriebskonzepte für zukünftige Ottomotoren, Erprobung einer Benzin-Hochdruckpumpe für 600 bar Einspritzdruck, Messungen u.a. des Verschleißes in der Pumpe und im neuen Antrieb mit der Radionuklidtechnik RNT auf dem Einspritzpumpen- und auf dem Vollmotorprüfstand, orts aufgelöste tribologische Simulationen, Zusammenfassung und Ausblick.

12:00 Uhr

### Vortrag 22

#### **Einfluß von Hydraulikfluiden auf den Energieverbrauch von Werkzeugmaschinen**

*Makansi F., Sossenheimer J., Abele E. – Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen, TU Darmstadt*  
*Wincierz Ch., Alibert M. – Evonik Resource Efficiency GmbH*

Der Einfluss der Viskosität von Hydraulikfluiden auf den Energiebedarf von Werkzeugmaschinen (eine moderne Vertikaldrehmaschine, eine ältere Drehmaschine) wurde untersucht. Dabei ist eine höhere Viskosität von Vorteil. Gepaart mit einem hohen Viskositätsindex ergibt sich eine signifikante Energieeinsparung ohne Einschränkung der Einsatzfähigkeit und Betriebssicherheit.

12:30 Uhr

### Pause

14:00 Uhr

**Vortrag 23**

**Wärmeinduzierte Stoffumwandlungsprozesse — eine Möglichkeit zur Leistungssteigerung von Tribopolymeren im Metallkontakt?**

*Kamerling S., Schlarb A.K. – TU K'lautern*

Eine Herausforderung bei Kunststoff/Metall-Systemen besteht nach wie vor in der durch Reibung induzierten Wärme, welche die Kunststoffmatrix schnell an ihre Grenzen treibt. Die lokal aktivierte chemische Umwandlung eines Funktionsstoffes soll Abhilfe schaffen. Sind die auftretenden Effekte jedoch ausreichend stark, um das Tribosystem als Ganzes zu beeinflussen?

14:30 Uhr

**Vortrag 24**

**Untersuchung des Einflusses von reibungsdingt dissipierter Energie auf Reibung und Verschleiß von Hochleistungs-Polymerwerkstoffen**

*Ruland M., Molter J. – HS Mannheim, Kompetenzzentrum Tribologie*

Die Rauheit von Kunststoffbauteilen hat einen signifikanten Einfluss auf das tribologische System und ist oftmals nicht durch einen Einlaufprozess kompensierbar. Die vorgestellte Hypothese besagt, dass im Reibkontakt spezielle Mechanismen auftreten, die das weitere Reibungs- und Verschleißverhalten dauerhaft beeinflussen und deren Systemwirkung nicht mehr rückgängig gemacht werden können.

15:00 Uhr

**Vortrag 25**

**On the kinetic and stability of transfer films in polymer/metal slide pairings**

*Jim B.C., Gebhard A., Wetzel B. – Institut für Verbundwerkstoffe GmbH*

This talk will demonstrate how a photo-optical method can be used to acquire quantitative, in-situ transfer film data. Furthermore, it will show how kinetic data and numerical stability parameters of transfer films can be computed. The results show that transfer films which increase the COF occur much more frequently than typically assumed.

## Saal C – Werkstoffe & Werkstofftechnologien

15:30 Uhr

### Vortrag 26

#### **Quality of PTFE containing transfer films and their impact on tribological performance**

*Keller A., Enger M., Trubnykov S., Molter J. – HS Mannheim, Kompetenzzentrum Tribologie*

This article presents the early research results of a collaboration project with the title “targeted improvement of PTFE containing transfer films for friction and wear reduction”.

Main goal of the project is to better understand the rules behind the transfer film formation process and how the transfer film quality can be characterized and linked to friction and wear responses.

ab 16:00 Uhr

#### **Zeit für den Besuch und Fragen der begleitenden Ausstellung:**

- » **Fachaussteller**
- » **Wissenschaftliche Poster (Siehe Seite 45)**

## Saal D – Schmierstoffe & Schmieringstechnik

09:00 Uhr

### Vortrag 49

#### **Nanostrukturierte Partikelsysteme als Schmierstoffadditive**

*Wilkins R., Wieber S., Ness D., Hagemann M. – Evonik Resource Efficiency GmbH*

Es werden stabile Dispersionen verschiedener partikulärer Materialien in Öl vorgestellt und das zugrundeliegende Instrument zur Bewertung der Stabilitäten erläutert. Ergebnisse tribologischer Tests werden gezeigt und bewertet sowie Wechselwirkungen mit verschiedenen Additivklassen diskutiert.

09:30 Uhr

### Vortrag 50

#### **Elektrisch leitfähige Schmierstoffe zur Vermeidung von Frühausfällen in Wälzlagern**

*Kürten D., Kailer A. – Fraunhofer IWM / Grundei S., Panagiotidou N., Franken F. – Klüber Lubrication München SE & Co. KG / Plebst S., Schubert T. – Iolitec Ionic Liquids Technologies GmbH, Heilbronn / Franke J., Dellwo U. – Schaeffler Technologies AG & Co.KG*

## Saal D – Schmierstoffe & Schmierungstechnik

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Windkraftanlagen müssen deren Lagerungen vor frühzeitigem Versagen geschützt werden, das durch hohe tribologische Belastungen in Verbindung mit elektrischen Störeinflüssen begünstigt wird. Untersucht wird ein Lösungsansatz, in dem elektrisch leitfähige Schmierstoffe genutzt werden, um schädlichen Einflüssen gezielt entgegenzuwirken.

10:00 Uhr

### Vortrag 51

#### **Untersuchungen zum Stromdurchgang und zu den elektrischen Eigenschaften von Schmierstoffen im Wälzkontakt**

*Capan R., Bechev D., Sauer B. – TU Kaiserslautern MEGT*

Wälzlagerstöße verursachen Schäden sowohl am Lager als auch am darin befindlichen Schmierstoff. Zur Vermeidung solcher Schäden gewinnt der Einfluss des Schmierstoffs im Lager stärker an Bedeutung. Mit Beobachtung der Entaldestrome in Lagern mit Schmierstoffen unterschiedlicher Zusammensetzung sollen Kenntnisse über das elektrische Verhalten des Systems (Lager u. Schmierung) gewonnen werden.

10:30 Uhr

### Pause

11:00 Uhr

### Vortrag 52

#### **Bio-Abbautests für Schmierstoffe – ein Blick hinter die Kulissen**

*Lohmann P., Gaule G., Schauer F. – H. Bantleon*

Eine bedeutende Eigenschaft sog. Bio-Schmierstoffe stellt die biologische Abbaubarkeit dar. Präzise Aussagen darüber sind bei vielen der vorhandenen Testmethoden jedoch nur selten möglich. In unserer Präsentation geben wir einen vergleichenden Einblick in neueste Erkenntnisse über die biologischen Abbautests von Schmierstoffen.

11:30 Uhr

### Vortrag 53

#### **Production of used engine oils with defined degree of degradation - correlation of lab-scale and large-scale artificial alteration method with field samples**

*Agocs A., Besser C., Ronai B., Dörr N. – AC2T research GmbH*

Engine bench tests are typically performed with fresh engine oils, hence, ignoring the effects of oil degradation in service. In this

## Saal D – Schmierstoffe & Schmierungstechnik

study, a novel oil alteration method was developed to produce oils with pre-defined degree of degradation in sufficient amounts for bench tests. The conformity of the obtained oils with samples from the field was proven by conventional and advanced analytical methods.

12:00 Uhr

### Vortrag 54

#### **Prozessoptimierung und Scale-Up-Verifikation des Dispergier-Prozesses zur Schmierstoffherstellung mittels CFD-Simulation**

*Kieser D., Kroth T., Sirbubalu E., Zemke M., Christmann M., Hoffmann P., Drafz R., Fruth T. – Fuchs Schmierstoffe GmbH*

Für eine dauerhaft hohe Produktqualität von Schmierstoffen, ist u.a. das Herstellungsverfahren maßgeblich. Anhand einer Scale-Up-Verifikation wird der Einsatz einer CFD-Simulation zur Sicherstellung gleichbleibender Produktgüte für ein Dispergier-System vorgestellt. Hierbei wurde trotz großer Skalenunterschiede eine neuartige numerische Gesamtbetrachtung des kompletten Systems umgesetzt.

12:30 Uhr

### Pause

14:00 Uhr

### Vortrag 55

#### **Besonderheiten des Strukturabbaus bei Schmierfetten**

*Kuhn E. – HAW Hamburg*

Das durch Reibung beanspruchte Schmierfett bildet ein tribologisches Sub-System im geschmierten Kontakt. Die Reaktion des Schmierfettes auf eine energetische Beanspruchung ist der Schmierfettverschleiß als Möglichkeit der Energiedissipation. Im Vortrag werden die Bedingungen für diese intrinsische Reaktion untersucht.

14:30 Uhr

### Vortrag 56

#### **Einflussfaktoren auf die Schmierfettgebrauchsdauer**

*Grebe M., Molter J., Isik T. – HS Mannheim, Kompetenzzentrum Tribologie*

Diese Arbeit beschäftigt sich daher damit, wie Veränderungen an der Fettstruktur von Lithiumseifenfetten in Folge thermische, katalytische und oxidative Beanspruchung nachgewiesen werden

Saal D – Schmierstoffe & Schmierungstechnik

können. Eine relativ einfache und schnelle Möglichkeit stellen rheologische Messungen dar. Diese werden mit den deutlich aufwändigeren Strukturuntersuchungen im Rasterelektronenmikroskop verglichen.

15:00 Uhr

**Vortrag 57**

**Quantitatively-accelerated testing of grease oxidation – a parameter study with the RapidOxy**

*Matzke M., Dornhöfer G., Schöfer J. – Robert Bosch GmbH / BMS*

In this study oxidation tests in the RapidOxy tester were carried out investigating the influence of grease sample amount and initial pressure on the oxidation stability of a commercial lithium-thickened PAO grease with an antioxidant additive. Results were evaluated applying the criterion according to ASTM D8206 and also the proposed criterion of change of pressure gradient as it is being discussed in the DIN 51808 working committee. From the tests at different temperatures, the Arrhenius activation energy for oxidation of this grease was derived and compared with literature data. Finally a proposal for the use of this test device and evaluation of data will be given.

15:30 Uhr

**Vortrag 58**

**Investigations on Graphene platelets as dry lubricant and as grease additive for rolling and sliding contacts**

*Pape F., Poll G. – LU Hannover*

To apply graphene as dry lubricant and as additive to grease in machine elements, tests were performed on a rolling bearing test rig under typical load conditions. The experimental studies were carried out under oscillating motion. It could be shown that applying graphene as dry lubricant and as grease additive under rolling contact conditions features a high potential for further development.

ab 16:00 Uhr

**Zeit für den Besuch und Fragen der begleitenden Ausstellung:**

- » **Fachaussteller**
- » **Wissenschaftliche Poster (Siehe Seite 45)**

## Saal E – Forschungsfeld Tribologie (Sondersession)

09:00 Uhr

### FF01

#### **Superharte Kohlenstoffschichten – Reibwertreduzierung unter unterschiedlichen tribologischen Bedingungen**

*Weihnacht V., Makowski S., Schaller F., Leson A. – Fraunhofer IWS*

Ziel der Arbeiten war es, die tribologischen Eigenschaften von tetraedrisch amorphen Kohlenstoffschichten (ta-C-Schichten) unter unterschiedlichsten Schmierungsbedingungen systematisch zu untersuchen. Grundlegende Phänomene von ta-C-Schichten im ungeschmierten Zustand, unter minimal- und vollgeschmierten Systemen werden beschrieben und erklärt.

09:30 Uhr

### FF02

#### **Mechanisch-chemische Zersetzung von organischem Reibungsmodifizierer mit mehreren reaktiven Zentren bewirkt Supraschmierung von superharten Kohlenstoffschichten**

*Moseler M. – Fraunhofer IWM*

Obwohl ta-C unter Grenzschmierung mit organischen Reibungsmodifizierern für viele Anwendungen interessant ist, sind die Reibmechanismen kaum verstanden. Im Rahmen des BMWi-Projektes Pegasus II wurde durch Triboexperimenten und atomistischen Simulationen ein universeller tribochemischer Mechanismus aufgedeckt, der die Supraschmierung von ta-C/ta-C-Triboparungen bewirkt.

10:00 Uhr

### FF03

#### **Neue Ansätze für extrem reibungsarme Schmierstoffe**

*Burbank J., Rausch J., Luther R., Kraft G. – Fuchs Schmierstoffe*

Im Rahmen der BMWi-Verbundforschungsprojekte PEGASUS II und CHEOPS3 haben Mitarbeiter der Firma FUCHS verschiedene Ansätze zur Minimierung von Reibung und Verschleiß im Antriebsstrang aktiv verfolgt, unter anderem durch reibungsmodifizierende Additive, Wechselwirkung von Schmierstoffkomponenten mit ta-C Hartstoffschichten und wasserhaltige Schmierstoffe.

10:30 Uhr

### Pause

Saal E – Forschungsfeld Tribologie (Sondersession)

11:00 Uhr

**FF04**

**BMW-Poseidon II: Entwicklung tribokorrosionsbeständiger Werkstoffe und Beschichtungen für energieeffiziente und robuste Lager**

*Procelewska J., Frank A., Lyubarsky P., Rudnik Y, Gierl J.  
– Schaeffler Technologies*

- » Der Einsatz von mediengeschmierten Lagern in aggressiven Medien
- » Entwicklung von dichtungsfreien Wälz- und Gleitlagerkomponenten, bestehend aus neuartigen Beschichtungen und Stahlwerkstoffen
- » Das Konzept umfasst die Untersuchung auf Modellebene, auf Prüfstandsebene und nach Kundenvorgaben

11:30 Uhr

**FF05**

**Niedertemperatur-Plasmanitrieren zur Optimierung der Tribokorrosionseigenschaften nichtrostender Stähle für die Anwendung als Wälzlager**

*Hahn I., Siebert S., Theisen W. – Ruhr-Universität Bochum*

Zur Verbesserung der Tribokorrosionbeständigkeit von Wälzlagern werden ausgewählte nichtrostende Stähle einem besonderen Nitrierverfahren unterzogen, bei dem ein hoher N-Gehalt im Metallgitter zwangsgelöst wird. Hierdurch kann ihre Randhärte erheblich gesteigert werden. Die erzeugten Randgefüge werden charakterisiert und Ergebnisse zum Korrosions- und Verschleißverhalten vorgestellt.

12:00 Uhr

**FF06**

**Entwicklung von wasserstoffhaltigen amorphen Kohlenstoffschichten (a-C:H) für mediengeschmierte Anwendungen in korrosiven Umgebungsmedien**

*Decho H., Mehner A., Zoch H.-W. – IWT Bremen*

Im Vortrag wird der Einfluss der Zwischenschicht von wasserstoffhaltigen amorphen Kohlenstoffschichtsysteme auf die Korrosionsbeständigkeit und tribologischen Eigenschaften diskutiert. Hierbei werden Chrom-, Titan-, Zirkonium- und Silizium-basierte Zwischenschichten miteinander verglichen. Zudem werden eine Dotierung und eine HIPIMS-Abscheidung der Chrom-basierten Schichten untersucht.

12:30 Uhr

**Pause**

14:00 Uhr

**FF07**

**Eta-up: Reduzierung der Reibverluste mittelschnelllaufender Schiffsmotor -- Simulationstechnik und Modellbildung**

*Boucke A., Schönen R., Knoll G. – IST GmbH*

- » Untersuchungen am Gesamtmotor (ZKGH mit Kurbelwelle und Kurbeltrieb)
- » Einzelkurbeltrieb mit gekoppelter Ölversorgung sowie Kolbenbolzenlagerung und Kolbenzylinderdynamik
- » Kolbenringdynamik unter Berücksichtigung der Kolbensekundärbewegung
- » Vergleichende Untersuchung zur Auswirkung von thermo-elasto-hydrodynamischen Effekten

14:30 Uhr

**FF08**

**Eta-up: Reduzierung der Reibverluste mittelschnelllaufender Schiffsmotor - Randbedingungen, Simulation und Bewertung**

*Roming P., Eilts P. – TU Braunschweig*

- » Modellierung und Bestimmung der Randbedingungen für die Berechnung der Warmkonturen
- » Einfluss der Medientemperaturen auf die Warmkontur der Bauteile
- » Einfluss der Medientemperaturen auf die Motorreibung
- » Vergleich der Kolbenreibung unterschiedlicher Kolbenbauformen

15:00 Uhr

**FF09**

**Triboaktive (Cr,Al,Mo)N- und (Cr,Al,Mo,Cu)N-Beschichtungen für Steuerkettenanwendungen**

*Kalscheuer C., Bobzin K., Brögelmann T., Kühnert B., Baumann M. – RWTH Aachen, IOT*

In tribologischen Grundlagenanalysen wurden tribochemische Wechselwirkungen zwischen (Cr,Al,Mo)N- basierten Beschichtungen und Schmierstoffen nachgewiesen. Zur Übertragung in die Anwendung Motorsteuerkette wurden Beschichtungen auf Ketten-gelenkbolzen hergestellt und im Verschleißprüfstand untersucht. Tribochemische Wechselwirkungen wurden mittels Raman-Spektroskopie analysiert.

Saal E – Forschungsfeld Tribologie (Sondersession)

15:30 Uhr

**FF010**

**Increasing Gearbox Efficiency by Water-Containing Fluids and Minimum Quantity Lubrication**

*Yilmaz M., Lohner T., Stahl K. – TU München FZG*

Schwerpunkt des Vortrages sind Grundlagen- und Komponentenuntersuchungen zum Einsatz von wasserhaltigen Schmierstoffen, Minimalmengenschmierung und Beschichtungen in Getrieben. Die Ergebnisse zeigen das deutliche Potential zur Verbesserung des Wirkungsgrads und Wärmehaushalts. Mit wasserhaltigen Schmierstoffen ist Supraschmierung bei Verzahnungen darstellbar.

ab 16:00 Uhr

**Zeit für den Besuch und Fragen der begleitenden Ausstellung:**

- » **Fachaussteller**
- » **Wissenschaftliche Poster (Siehe Seite 45)**

Saal F – DFG-SPP2074 (Sondersession)

Vorträge des DFG Schwerpunktprogramm 2074

**„Fluidfreie Schmiersysteme mit hoher mechanischer Belastung“**

08:30 Uhr

Eröffnung, Begrüßung und Einführung

08:40 Uhr

**Block 1 Schmiersysteme mit Grafit, Molybdänoxid und Kohlenstoff Nanoröhrchen**

10:30 Uhr

Pause

11:00 Uhr

**Block 2 Schmiersysteme mit PTFE**

13:10 Uhr

Pause

14:00 Uhr

**Block 3 Schmiersysteme mit MoS<sub>2</sub> und weitere**

Geplantes Ende: 16:40 Uhr

*Programmveranstaltungen siehe ab Seite 40*

09:00 Uhr

### Vortrag 11

#### **Investigation of cage pocket wear in solid lubricated rolling bearings**

*Dahiwal R., Sauer B. – TU Kaiserslautern*

During the bearing operation, cage pocket experiences uneven wear and due to this, bearing's service life and cage dynamic may affect to a greater extent. This contribution helps to investigate the cage pocket wear to gain a better understanding and reliable prediction about the wear processes with the help of experiments and simulations.

09:30 Uhr

### Vortrag 12

#### **Untersuchungen an a-C:H:Me-beschichteten Rillenkugellagern unter Trockenlaufbedingungen**

*Kröner J., Tremmel S., Wartzack S. – FAU Erlangen*

Zur Vermeidung konventioneller, mineralölbasierter Schmierstoffe werden einzelne Komponenten des Wälzlagers mit einem reibungs- und verschleißmindernden PVD- bzw. PACVD-Schichtsystem modifiziert. Die in Bauteilversuchen auf einem Vier-Lager-Prüfstand erzielten Ergebnisse in Bezug auf Gebrauchsdauer und tribologisches Verhalten werden im Rahmen dieses Beitrags vorgestellt.

10:00 Uhr

### Vortrag 13

#### **Innovationen in der Entwicklung von Miniaturkugellagern – Erweiterung der Leistungsgrenzen von Dentalturbinenlagerungen**

*Röper T., Büchner R., Bayer C., Schurz H., Niedermeier H., Kreis T. – Gebr. Reinfurt*

Es werden die Herausforderungen für Miniaturkugellager aufgezeigt, die aus dem tribologischen Beanspruchungskollektiv im System „Dentalturbine“ resultieren, und wie man ihnen begegnen kann. Neben einem speziell entwickelten Käfigwerkstoff und einem adäquaten Schmierstoff wird eine modifizierte Laufbahngeometrie sowie deren Einfluss auf die Kugellagerkinematik vorgestellt.

10:30 Uhr

### **Pause**

Saal A – Maschinenelemente & Antriebstechnik

10:45 Uhr

**Vortrag 14**

**Einfluss von Wälz- und Gleitlagerungen auf das dynamische Systemverhalten von Maschinen unter wiederkehrender Stoßanregung**

*Rehmet R., Lohrengel A., Schäfer G. – TU Clausthal*

Im Rahmen eines Entwicklungsprojektes wurde das dynamische Verhalten einer Produktionsanlage für Verpackungen bewertet. Verglichen wurde hierbei, inwieweit das System auf eine prozessbedingte, wiederkehrende Stoßanregung auf zwei in Kontakt stehende Wellen reagiert. Diese Wellen wurden im ersten Versuchsteil wälzgelagert, im zweiten mit einem hydrodynamischen Gleitlager gelagert.

11:15 Uhr

**Vortrag 15**

**Transient condition monitoring of sliding bearings subjected to mixed friction conditions**

*Yu W., Jacobs G., Sous C., König F., Brünnet H. – RWTH Aachen*

Sliding bearings subjected to severe mixed friction conditions are prone to catastrophic failure. In this work, a condition monitoring system was utilized on a sliding bearing test rig. In dependence of the bearing operation conditions a change of sensor signal was observed. Subsequent analysis revealed that the sensor can detect non-critical and critical operation conditions prematurely.

11:45 Uhr

**Vortrag 16**

**Numerical Study on Novel Hydraulic Pump Concept**

*Lee S.-R., Schoemacker F., Stammen C., Schmitz K. – RWTH Aachen*

This paper discusses a basic research on novel hydraulic pump concept. The pump is basically similar to a conventional journal bearing. Differences from bearings are that the eccentricity is fixed for pressure build-up and there is a discharging hole in the high pressure area, through which the fluid can be delivered. As the basic study, the pressure distribution and the flow rate of the pump are analyzed.

12:15 Uhr

**Pause**

09:00 Uhr

**Vortrag 43**

**Dynamische RWDR Tests neu definiert!**

*Hüttinger A., Wöppermann M., Hermes J. – SEW Eurodrive*

Bewertung der Verträglichkeit von Schmierstoff und Elastomer anhand dynamischer RWDR Tests mit Hilfe von Reibmomentmessungen. Die in-situ Bewertung des Tribosystems im Dichtspalt hinsichtlich Welleneinlauf oder chemische Wechselwirkungen zur Laufzeit des Versuches, bietet die Möglichkeit Schmierstoffe oder Dichtsysteme in sehr schnellen Iterationszyklen zu entwickeln.

09:30 Uhr

**Vortrag 44**

**Reibungs- und Deformationsverhalten von plasma-polymer beschichteten Elastomeren**

*Adam A., Paulkowski D. – Fraunhofer IFAM*

Reibung und Verschleiß von Elastomeren können durch eine plasma-polymer Beschichtung reduziert werden. Um Adhäsion als Wirkmechanismus zu untersuchen, wurden die Untersuchungen bei niedrigen Geschwindigkeiten durchgeführt. Dies vermeidet weitestgehend den Einfluss von Erwärmung und Verschleiß. Bei gleicher Rauigkeit hatte die reale Kontaktfläche den größten Einfluss auf die Reibung.

10:00 Uhr

**Vortrag 45**

**Low Friction and Wear of Elastomers by DLC Coating**

*Bayrak S., Paulkowski D. – Fraunhofer IFAM*

Die Reibung von 11 Elastomeren aus drei verschiedenen Elastomertypen (EPDM, FKM, NBR) konnte durch amorphe Kohlenwasserstoffschichten (DLC) reduziert werden. Dazu wurden die Abscheideparameter des PECVD-Prozesses hinsichtlich Beschichtungshärte variiert. Die Rauigkeit der entstehenden Beschichtung beeinflusst den Reibwert.

10:30 Uhr

**Pause**

Saal B – Dichtungstechnik

10:45 Uhr

**Vortrag 46**

**Erweiterte rheologische Untersuchung von Schmierfetten für Radial-Wellendichtungen**

*Jaeckel S., Feldmeth S., Bauer F. – Universität Stuttgart*

Auswahl, Definition und Durchführung geeigneter Messverfahren zur rheologischen Fettcharakterisierung als Grundlage für eine Korrelation mit Mangelschmierung bei fettabdichtenden Radial-Wellendichtungen.

11:15 Uhr

**Vortrag 47**

**Reibenergie basierte Verschleißsimulation für Radialwellendichtringe**

*Foko Foko F., Sauer B., Magyar B. – TU Kaiserslautern*

Basierend auf experimentel ermittelten Größen (zB. Reibenergie und Reibenergiegedichte) und mittels eines semianalytischen Kontaktalgorithmus für trockenen Kontakt wird der Verschleiß am Radialwellendichtring während des dynamischen Betriebs simuliert.

11:45 Uhr

**Vortrag 48**

**TEHD Simulation von Radialwellendichtringen**

*Thielen S., Sauer B., Magyar B. – TU Kaiserslautern*

Es wird ein TEHD-Tribosimulationsmodell für Radialwellendichtringe vorgestellt, das es ermöglicht die (mikroskaligen) Vorgänge im Dichtkontakt wie den Druckaufbau, die Temperaturverteilung, die Schmierfilmdicke, den Reibungszustand, etc. zu untersuchen. Dabei ist explizit auch eine transiente Simulation möglich. Dies wird am Beispiel einer strukturierten Wellenlauffläche gezeigt.

12:15 Uhr

**Pause**

## Saal C – Werkstoffe & Werkstofftechnologien

09:00 Uhr

### Vortrag 27

#### **Counter face micro-geometry and its impact on bearing performance**

*Enger M., Cardey P.-F., Ziegler T. – GGBearings*

This article explores the relation between bearing performance and counter face topographies typically used for bearing applications. The results showed that the counter face micro-geometry can be a dominating factor when experiencing high bearing wear.

09:30 Uhr

### Vortrag 28

#### **Oxidativer Verschleiß von Superlegierung in hoch belasteten Kontakten**

*Senge M., Rienäcker A. – Universität Kassel*

Trockene Kontakte von Nickelbasis Superlegierung erfahren im Einsatz als Turbinenwerkstoff Belastungen von Kontaktdrücken und hoher Temperatur. Oxidation ist die Folge, wodurch sich die entstehenden Schichten auf das Kontaktverhalten auswirken. Adhäsion, Reibung und Verschleiß gehören zu den späteren Effekten. Modelle zur Vorhersage solcher Phänomene sind von Bedeutung.

10:00 Uhr

### Vortrag 29

#### **High temperature friction and wear behavior of Nimonic C263**

*Veeregowda D., Bin Pauzi A. A., Alemanno F. – TNB research / Ducom*

Ducom High Temperature Tribometer tested pin and disk materials made of C263 in fretting mode at RT, 300°C, 500°C, 700°C and 900°C for 25,000 cycles, at 100 N load. Friction coefficient and wear coefficient decreased exponentially as the temperature increased to 900°C, together with an exponential increase in concentration of oxygen in the worn surfaces.

10:30 Uhr

### Pause

Saal C – Werkstoffe & Werkstofftechnologien

10:45 Uhr

**Vortrag 30**

**Inkrementelle Randzonenmodifikation von einsatzgehärteten 16MnCr5-Stirnrädern mittels maschinellen Oberflächenhämmern**

*Uhlmann L., Mannens R., Trauth D., Bergs T. – RWTH Aachen, WZL*

Hochbelastete Zahnräder verschleießen in Form von Grübchenbildung. Mittels gezielter Randzonenbearbeitung durch maschinelles Oberflächenhämmern (MOH) kann die Ermüdungsfestigkeit gesteigert werden. Die Oberflächenintegrität von gehämmerten Zahnrad-Analogieproben wurde am Beispiel von einsatzgehärteten Zahnrad-Analogieproben aus 16MnCr5 untersucht.

11:15 Uhr

**Vortrag 31**

**Einfluss von Alterungserscheinungen wassergemischter Kühlschmierstoffe auf deren Leistungsfähigkeit**

*Seidel S., Meyer D. – IWT Bremen*

Gegenstand dieser Arbeit ist der Einfluss isolierter Alterungsaspekte von wassergemischten Kühlschmierstoffen auf deren Schmier-, beziehungsweise Leistungsfähigkeit. Für die Bewertung kamen dabei sowohl tribologische Modellversuche als auch Zerspanversuche auf einer Werkzeugmaschine zum Einsatz.

11:45 Uhr

**Vortrag 32**

**FE-Simulation eines Stahl-Aluminium-Werkstoffverbunds unter dem Einfluss von Wälzkontaktermüdung**

*Hwang J.-I., Coors T., Pape F., Poll G. – LU Hannover*

Im Rahmen dieser Arbeit wurden theoretische Untersuchungen eines Stahl-Aluminium-Verbundbauteils als Wälzlageraußenring, das mittels Tailored Forming hergestellt wurde. Mit einem 3D FE-Modell werden Simulationen durchgeführt, wobei der Einfluss auf die Lebensdauer von Schichthöhe des Stahls, der äußeren Last, des Eigenspannungszustands und der Schmiegunng herausgearbeitet werden.

12:15 Uhr

**Pause**

## Saal D – Förderpreise

- 09:00 Uhr **F1 – Gewinner GfT-Förderpreis 2019 - Kategorie 1**  
**Ausbildung tragfähigkeitssteigernder Grenzschichten in der Zahnradfertigung**  
*Greschert R. – RWTH Aachen, WZL*  
In der Dissertation wird der Einfluss des Schleifprozesses und des Kühlschmierstoffs auf die Bauteilgrenzschicht und auf das Bauteilbetriebsverhalten untersucht, um eine zielgerichtete Bauteilvorkonditionierung in der Zahnradendbearbeitung zu ermöglichen.
- 09:30 Uhr **F2 – Gewinner GfT-Förderpreis 2019 - Kategorie 2**  
**Tribologische Untersuchungen zur örtlichen und zeitlichen Grübchenbildung an Zahnradflanken**  
*Vorgerd J., Weibring M., Tenberge P. – Ruhr-Universität Bochum*  
Dieser Beitrag stellt Versuchs- und Simulationsergebnisse zur zeitlichen und örtlichen Grübchenbildung an Zahnradflanken vor. Die Topographie beanspruchter Zahnradflanken ist stetigen Veränderungen ausgesetzt. Von einem anfänglichen Einglätten der Rauheiten über Graufleckigkeit als Folgeerscheinung oberflächennaher Mikrorisse stellt die Grübchenbildung die lebensdauerbegrenzende Schädigung dar.
- 10:00 Uhr **F3 – Gewinner GfT-Förderpreis 2019 - Kategorie 3**  
**Effect of over rolling frequency on the lubricating film formation in grease lubricated EHD contacts**  
*Mues H., Fischer D., Jacobs G., Stratmann A. – RWTH Aachen*  
This presentation focuses on the effect of over rolling frequency on the lubricating film formation. Therefore a second ball has been applied to a ball-on-disc tribometer. The lubricant displacement of the first ball, shows a significant effect on the lubricating film thickness of the second contact.
- 10:30 Uhr **Pause**

Saal D – Tribologische Systeme

10:45 Uhr

**Vortrag 59**

**The most important legacy of Harmen Blok: non-dimensional grouping**

*Van Leeuwen H. – TU Eindhoven*

Insider-tribologists who are familiar with Harmen Blok's legacy consider the creation of nondimensional groups to be the most valuable of all the treasures in Blok's inheritance. This contribution deals with a method to derive nondimensional groups in full film lubrication, illustrated with examples from EHL and plain bearing lubrication. The objective determines the choice of the set of non-dimensional groups.

11:15 Uhr

**Vortrag 60**

**Simulation elektrostatischer Felder in thermischen elastohydrodynamischen Wälzkontakten**

*Neu M., Wenzel J., Kirchner E. – TU Darmstadt*

Durch die Digitalisierung von Maschinen kann der Beschreibung des elektrischen Verhaltens von EHD Kontakten ein neuer Stellenwert beigemessen werden. Vorhandene Modelle sollen um Ansätze zur Beschreibung von Potentialdifferenzen zwischen Grund- und Gegenkörper erweitert werden. Der Vortrag liefert hierzu einen ersten Impuls zur simulativen Umsetzung in OpenFOAM.

11:45 Uhr

**Vortrag 61**

**Energy based modelling of adhesive wear in the mixed lubrication regime**

*Terwey J.T., Poll G. – LU Hannover*

The aim of this work is to enhance energy based wear models for dry contacts into the mixed lubrication regime. The emerging contact area will be divided into one part of solid friction and a second part of fluid friction, while the non-Newtonian lubricant behaviour will be modelled by a local consideration of temperature, pressure, velocity and slip. The wear distribution for different load cases will be calculated.

Saal D – Tribologische Systeme

12:15 Uhr

**Vortrag 62**

**Einfluss der Oberflächenrauheit von Stahl auf die Eisreibung**

*Velkavrh I., Lungevičs J., Klien S., Voyer J., Ausserer F. – V-research*

Eisreibungsexperimente mit Stahlproben unterschiedlicher Oberflächenrauigkeit wurden auf zwei tribologischen Versuchsaufbauten durchgeführt: (i) mit einem oszillierenden Tribometer und (ii) mittels einer geneigten Eisfläche. Die Ergebnisse werden in Bezug auf die Eisreibungsmechanismen und des Reibungsregimes diskutiert.

12:45 Uhr

**Pause**

Saal E – Dünne Schichten & Oberflächentechnologien

09:00 Uhr

**Vortrag 63**

**Tribologie gleitlackbeschichteter Magnetsysteme**

*Goellner S., Stoeberl T., Vorbach M., Gargallo M., Mantwill F. – Robert Bosch GmbH*

In modernen Hubmagnetsystemen zur Abgasnachbehandlung gewinnt der Einsatz von Gleitlack zunehmend an Bedeutung. Seine flexible Zusammensetzung erlaubt eine maßgeschneiderte Abstimmung der Eigenschaften auf definierte Anforderungsprofile. Abhängig von Umgebungstemperatur, Normalkraft, Oberflächengüte und Oszillationsgeschwindigkeit ändern sich Reibung und Verschleiß.

09:30 Uhr

**Vortrag 64**

**Einfluss von Graphen/PTFE auf die Belastbarkeit und Lebensdauer von Gleitlacken**

*Schlüter B., Stake A., Widrat M., Stenzel V., Kailer A. – Fraunhofer IWM*

Um die Belastbarkeit und Langlebigkeit von Gleitlacken zu erhöhen, wurden Graphen/PTFE-haltige Gleitlacke entwickelt. Die Ergebnisse der tribologischen Versuche mit diesen neuartigen Gleitlacken zeigen, dass die Kombination von mechanischer Verstärkung (Graphen) und Reibminderung (PTFE) die technischen Eigenschaften im Vergleich zu herkömmlichen Gleitlacksystemen verbessern.

10:00 Uhr

**Vortrag 65**

**Tribologische Eigenschaften von Schichtsilikat-basierten Nano- und Mikropartikeln**

*Chizhik P., Bill S. – Rewitec*

Schichtsilikat-basierte Mikro- und Nano-Partikeladditive für Öl und Fette sind für ihre reibungsmindernde Wirkung bekannt. Gleichzeitig reduzieren sie Verschleiß, Oberflächenrauheit und Oberflächentemperatur in den tribologischen Systemen. In dieser Studie wurden die Wirkungsmechanismen, die der Reibungsreduktion zugrunde liegen, detailliert untersucht.

10:30 Uhr

**Pause**

10:45 Uhr

**Vortrag 66**

**Steigerung der Leistungsfähigkeit technischer Kunststoffe durch DLC-Beschichtungen**

*Thiex M., Bobzin K., Brögelmann T., Kalscheuer C., Stahl K., Lohner T., Maier E., Reitschuster S. – RWTH Aachen, IOT*

Technische Kunststoffe unterliegen in tribologischen Kontakten aufgrund ihrer geringen thermischen Stabilität und Festigkeit hohen Verschleißraten. Die Beschichtung von Polyetheretherketon (PEEK) mit reibungs- und verschleißmindernden Diamond-like Carbon (DLC)-Beschichtungen stellt einen vielversprechenden Ansatz zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit techn. Kunststoffe für den Leichtbau dar.

11:15 Uhr

**Vortrag 67**

**Beeinflussen von Reibung und Verschleiss durch mikrostrukturierte Oberflächen**

*Franke V., Kuntze T. – Fraunhofer IWS*

Präsentiert werden aktuelle Forschungsergebnisse zu technologischen Möglichkeiten der hochpräzisen Laser-Mikrostrukturierung auf unterschiedlichen Materialien sowie zur tribologischen Wirkung von Mikrostrukturen. Die Kombination des Laser-Mikrostrukturierens mit reibungsmindernden, superharten, diamantähnlichen Schichten eröffnet völlig neue Möglichkeiten mit vielversprechendem Potential.

Mittwoch, 25. September 2019

Saal E – Dünne Schichten & Oberflächentechnologien

11:45 Uhr

**Vortrag 68**

**Surface Engineering einer Titanlegierung mit Nanosekunden-gepulster Laserstrahlung**

*Kümmel D., Hamann-Schroer M., Schneider J. – KIT IAM*

Titanlegierungen wie Ti6Al4V zeigen hohe spezifische Festigkeiten, jedoch schlechtes tribologisches Verhalten. Um die Verschleißbeständigkeit zu erhöhen, wurde mithilfe eines Nanosekunden-gepulsten Lasers die Oberfläche texturiert und umgeschmolzen. Das Verschleißvolumen konnte um mehr als zwei Größenordnungen reduziert werden.

12:15 Uhr

**Vortrag 69**

**Characterization of Graphite embedded Cr3C2-NiCr HVOF thermally sprayed coating**

*Joung Y., Scheerer H., Oechsner M. – TU Darmstadt*

High Velocity Oxy Fuel (HVOF)-sprayed coating of Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr with nickel coated graphite was developed with the aim to reduce friction and wear. The performance of the newly developed coating was assessed under the loadings relevant to industry valves. These include frictional wear, corrosion, cavitation and slurry erosion, and the corresponding wear mechanisms are discussed.

12:45 Uhr

**Pause**

09:00 Uhr

**Vortrag 70**

**Rheologie abseits der Standardverfahren zur Schmierfettcharakterisierung**

*Berg F. – Schaeffler Technologies*

Die Anzahl an heute verfügbaren, standardisierten Verfahren zur rheologischen Charakterisierung von Schmierfetten ist sehr gering. Zumal die Aussagekraft, bezogen auf die Einsatzzeignung eines Schmierfettes durch diese Verfahren nicht sehr hoch ist. Der Vortrag soll daher einige rheologische Verfahren aufzeigen, welche Kennwerte liefern, die eine direkte Einsatzzeignungsbewertung zulassen.

09:30 Uhr

**Vortrag 71**

**Untersuchung von Getriebeölen mittels verschiedener tribologischer Kontakte**

*Bug S., Baumann C., Zeyer K. P. – Optimol Instruments*

Es werden Ergebnisse verschiedener Methoden vorgestellt und deren Fähigkeit Getriebeöle zu screenen. Abgedeckt werden verschiedene Viskositätsgruppen, Grundöle und Bewegungsarten. Die vorgestellten Ergebnisse fokussieren sich auf die Fresstragfähigkeit der untersuchten Öle. Grundlage sind Referenzwerte des Zahnradverspannungsprüfstands des FZG.

10:00 Uhr

**Vortrag 72**

**Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Schmierstoffen mittels eines FZG Prüfstandes**

*Magyar B., Keßler A., Elkenkamp P., Mayer C. – ZF Friedrichshafen*

In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie einige der möglichen Fehler bei Schmierstoffuntersuchungen am Verspannungsprüfstand vermieden und die Tests richtig und reproduzierbar durchgeführt werden können.

10:30 Uhr

**Pause**

10:45 Uhr

**Vortrag 73**

**Double Piston Capillary Viscometer for High-Pressure Applications**

*Hofmeister M., Fischer F., Schmitz K. – RWTH Aachen*

Der Vortrag beschäftigt sich mit der Auslegung eines Kapillarviskosimeters für Hochdruckmessungen und Messungen bei hohen Scherraten, wie sie typischerweise während des Einspritzvorganges in einem Verbrennungsmotor auftreten. Dabei werden die Vorteile des Konzeptes eines Doppelkolbenviskosimeters gegenüber einem herkömmlichen Kapillarviskosimeters beleuchtet.

11:15 Uhr

**Vortrag 74**

**Tribological investigation of PEEK materials facilitated by artificial neural network**

*Pei X., Schlarb A.K. – TU Kaiserslautern*

In the present study, the potential of artificial neural networks (ANNs) in facilitating tribological investigation of PEEK materials was explored. It is revealed that well-trained ANN can predict the tribological performance under non-tested pv loadings very well. This will help improve the efficiency of tribo-materials screening and development.

11:45 Uhr

**Vortrag 75**

**Charakterisierung von Schmiermitteln auf der Mikro- und Nanoskala durch AFM-Kraft-Abstand-Kurven**

*Backes S., Capella B. – BAM*

Auf dünnen Filmen von Schmiermitteln wurden Kraft-Abstand-Kurven aufgenommen. Die Schmiermittel benetzen die AFM-Spitze, sodass eine Kapillarkraft auftritt. Diese hängt von der Form der Spitze sowie von physikalischen Eigenschaften wie Viskosität und Oberflächenspannung ab, die zusätzlich mit anderen Verfahren bestimmt wurden. So konnte ihr Einfluss auf die Kurvenform untersucht werden.

Saal F – Tribometrie

12:15 Uhr

**Vortrag 76**

**Analyse des tribologischen Verhaltens HiPIMS  
gesputterter MoS<sub>x</sub> Schichten mittels Raman-Spektro-  
skopie für trockenlaufende unsynchronisierte  
Schraubenmaschinen**

*Wittig A., Tillmann W., Stangier D., Moldenhauer H., Thomann A.,  
Debus J., Aurich D., Brümmer A. – TU Dortmund*

Zum Verständnis des tribologischen Verhaltens von MoS<sub>x</sub> Beschichtungen in Abhängigkeit der Gleitgeschwindigkeit und Flächenpressung werden strukturelle Untersuchungen und hochauflösende Raman Streuung an mittels hochenergetischer Plasmen abgeschiedenen Dünnschichtfilmen vorgenommen.

12:45 Uhr

**Pause**

Abschlussveranstaltung – Säle A - C

13:30 Uhr

**Preisverleihung** Werner-Stehr-Preis  
**„Tribologie ist überall“**

14:00 Uhr

**Abschlussvortrag Werner Stehr:**

**Tribologie mit dem Kaffeelöffel**

Mit einem smarten Prüfaufbau kann man die Arbeitspunkte Haftreibung, Mischreibung und Hydrodynamik auf der Stribeckkurve hörbar machen. Verabschiedung

14:30 Uhr

**Verabschiedung**

durch Dr. Christoph Wincierz

08:30 Uhr

### **Begrüßung und Einführung**

Vorträge aus dem DFG-Schwerpunktprogramm 2074

„Fluidfreie Schmiersysteme mit hoher mechanischer Belastung“

### **Block 1 Schmiersysteme mit Grafit, Molybdänoxid und Kohlenstoff Nanoröhrchen**

08:40 Uhr

#### **Mechanismen der Graphitschmierung in hochbelasteten Wälzlagern**

**Projekt 1** - Mechanismen der Graphitschmierung in Wälzkontakten

Forschungstellen: KIT Angewandte Materialien - Computational Material Science  
IAM-CMS / Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik IWM / KIT Institut für Produktentwicklung IPEK

*Morstein C., Joerger A., Klemenz A.*

Die Reib-, Verschleiß- und Transfermechanismen graphitgeschmierter Eisenkontakte in hochbelasteten Wälzlagern werden auf unterschiedlichen Größenskalen untersucht. Es werden Analysen mit anwendungsnahen Kontinuumsmodellen, FEM Modellierungen und Mikrotribometerversuchen durchgeführt, um die auftretenden Belastungen eines Axialwälzlagers bestimmen zu können.

09:20 Uhr

#### **Entwicklung von selbstregenerativen Molybdänoxidschichtsystemen zur Trockenschmierung von Wälzkontakten**

**Projekt 2** - Trockenschmierung von Wälzkontakten durch selbstregenerative Molybdänoxidschichtsysteme

Forschungstellen: Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie (IMKT) / Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) / Institut für Werkstoffkunde (IW) - Leibniz Universität Hannover

*Konopka D., Pape F., Heimes N., Matthias T., Schöler S., Möhwald K., Behrens B.-A., Poll G.*

Zur Trockenschmierung von Wälzkontakten wird ein sich selbstregenerierendes Molybdänschichtsystem untersucht. Über werkstoffkundliche und mikrotribologische Verfahren werden diese Schichten in der aktuellen Projektphase qualifiziert. Der vorgesehene Einsatz der Trockenschmiertschichtsysteme auf Wälzlagern wird vorgestellt.

10:00 Uhr

#### **Feststoffschmierung durch Kohlenstoffnanoröhren**

**Projekt 8** - Feststoffschmierung durch Kohlenstoffnanoröhren: Grundlegendes Verständnis der Transferschichtbildung und der Gleitmechanismen durch Atomistik und experimentelle Nanoanalytik

Forschungstellen: Fraunhofer IWM, Freiburg / Universität des Saarlandes, Saarbrücken  
*Klemenz A., MacLucas T.*

Fortschrittsbericht zum Forschungsthema „Feststoffschmierung durch Kohlenstoffnanoröhren“. In diesem Projekt wird die grundsätzliche Eignung von Kohlenstoffnano-

röhren zum Ersatz herkömmlicher Festschmierstoffe in Lagern aus Stahlwerkstoffen untersucht.

**10:30 Uhr**

**Pause**

### **Block 2 Schmiersysteme mit PTFE**

**11:00 Uhr**

#### **PTFE-Schmierung in hochbelasteten Wälzkontakten**

**Projekt 5** - Polytetrafluorethylen (PTFE)-Schmierung in hochbelasteten Wälzkontakten

Forschungstellen: Institut für Maschinenelemente und Systementwicklung der RWTH Aachen (MSE) / Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Freiburg

*von Goedel S., Jacobs G.(Projektleiter) (MSE), Mayrhofer L. (IWM)*

MSE: Die hohen Pressungen in Wälzkontakten verhindern den Einsatz von PTFE-Beschichtungen in fluidfreien Schmiersystemen. Dieses Projekt zeigt die Möglichkeiten zur dezentralen Bereitstellung von PTFE und zur Schmierung von Wälzkontakten durch eine Transferfilmbildung. Die experimentellen Untersuchungen der Mechanismen werden durch atomistische Simulationen unterstützt.

IWM: Hierfür werden verschiedene PTFE-Phasen abgebildet und deren Wechselwirkung mit Stahloberflächen mittels Dichtefunktionaltheorie charakterisiert. Zusätzlich werden Molekulardynamik Reibsimulationen von für PTFE repräsentativen Oberflächen durchgeführt um die für die Reibprozesse relevanten strukturellen Größen zu untersuchen.

**11:30 Uhr**

#### **Beschichtungstechnische Oberflächenmodifikation von Kegelrollenlagern und erste einfache tribologische Tests**

**Projekt 7** - Fluidfreie Schmiersysteme für mechanisch hoch belastete Linearführungen durch beschichtungstechnische Optimierung der Funktionselemente

Forschungstellen: Fraunhofer IST Braunschweig / Hochschule Mannheim, Kompetenzzentrum für Tribologie

*Weber M., Hunsicker W.*

Mit Hilfe von PVD- und nasschemischen Verfahren wurden Käfige und Wälzkörper von Kegelrollenlagern mit unterschiedlichen Schichtsystemen beschichtet. Dargestellt werden die erforderlichen Anpassungen der Beschichtungsprozesse und die Ergebnisse der Schichtcharakterisierung mit Standardprüfverfahren auf Referenzproben.

12:00 Uhr

**Untersuchungen zum Tribofilmaufbau bei PTFE-Trockenschmierung**

**Projekt 9** - Fluidfreie Schmierung von Schneckengetrieben auf Basis von PTFE

Forschungstellen: Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V. (IPF) / Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik GmbH (IFOS), Kaiserslautern / Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik (MEGT) TU Kaiserslautern

*Gedan-Smolka M., Nguyen T. D., Emrich S., Simo Kamga L.*

Im Projekt werden die Wirkmechanismen zum Tribofilmaufbau bei hochbelasteten Schneckengetrieben unter Trockenschmierung erforscht. Dazu werden im ersten Schritt Tribowerkstoffe auf Basis von strahlenchemisch funktionalisiertem PTFE, Öl und Polyamid unter chemischer Kopplung über Reaktivextrusion realisiert und die daraus über Spritzgießen gefertigten Halbzeuge den Projektpartnern zur Verfügung gestellt (IPF). Nachfolgend wird überprüft, in wie weit kapazitive ex-situ-Messungen geeignet sind, die PTFE-Transferfilmdicke nach tribologischer Beanspruchung in einem Stift-Scheibentribometer robust zu beschreiben (MEGT). Die Ergebnisse werden mit ortsaufgelösten oberflächenanalytischen Untersuchungen zum Tribofilmaufbau korreliert, deren Resultate rückgekoppelt auch zur Kalibrierung des im Prüfstand integrierten Messsystems dienen sollen (IFOS).

12:40 Uhr

**PEEK-gebundene Festschmierstoffe im hochbelasteten Tribokontakt**

**Projekt 10** - Mechanismenbasierte Aufklärung des Transfers kunststoffgebundener fluidfreier Schmierstoffsysteme im Schmierstoffkörper-Grundkörper-Kontakt und dessen Einfluss auf die tribologischen Eigenschaften im hochbelasteten Grundkörper-Gegenkörper-Kontakt

Forschungstellen: Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe (CCe) TU Kaiserslautern / Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik GmbH (IFOS), Kaiserslautern

*Lin L., Emrich S.E*

Das Ziel des Teilprojekts ist die Beschreibung der Mechanismen von Reibung und Verschleiß hinsichtlich der Transferfilmbildung in hochbelasteten Tribosystemen mit thermoplastbasierter Feststoffschmierung. In einem Ring-on-Plate Tribometer werden tribologische Messgrößen erfasst sowie Bereitstellung und Transfer des Festschmierstoffs im Tribokontakt untersucht. Die Analyse der Transportvorgänge bei der Tribofilmbildung erfolgt durch das quantitative Messen repräsentativer Schichtdicken bzw. Massenbelegungen auf den Reibkörperoberflächen.

13:10 Uhr

**Pause**

**Block 3 Schmiersysteme mit MoS<sub>2</sub> und weitere**

14:00 Uhr

**Fluidfrei geschmierte Stirnradverzahnung - tribologische Analyse und konstruktive Auslegung**

**Projekt 3** - Fluidfrei geschmierte Stirnradverzahnung - tribologische Analyse und konstruktive Auslegung

Forschungstellen: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG), Technische Universität München / Institut für Oberflächentechnik (IOT), RWTH Aachen University

*Maier E., Thiex M.*

Im Vortrag wird der aktuelle Stand der Arbeiten im Projekt zu fluidfrei geschmierten Stirnradverzahnungen dargestellt. Hierbei werden die tribologischen Analysen in Bezug auf die Entwicklung tribo-aktiver (Cr,Al)N+X:S-Beschichtungen sowie auf in Bezug der Gleitlacke vorgestellt. Darüber hinaus werden abgeleitete Anforderungen und Optimierungsansätze für die konstruktive Auslegung dargestellt.

14:30 Uhr

**Fluidfreie Schmierstoffschichten für den hochbelasteten unsynchronisierten Betrieb von trockenlaufenden Schraubenmaschinen**

**Projekt 4** - Fluidfreie Schmierstoffschichten für den hochbelasteten unsynchronisierten Betrieb von trockenlaufenden Schraubenmaschinen

Forschungstellen: Technische Universität Dortmund - Fachgebiet Fluidtechnik (Ft) / Lehrstuhl für Werkstofftechnologie (LWT) / Experimentelle Physik 2 (E2)

*Aurich D. (Ft), Wittig A. (LWT), Moldenhauer H. (E2)*

Geometrische Untersuchungen des Profileingriffs und der zugehörigen Belastung im Kontakt von Schraubenrotoren sowie ein Konzept für einen Rotorprüfstand werden vorgestellt. Spezielle Rotorprofile und die Einflussgrößen der Syntheseparameter auf die Strukturausbildung von hochenergetisch gesputterten MoS<sub>x</sub> Dünnschichten auf das tribologische Verhalten werden charakterisiert. Die Raman-Spektroskopie zeigt Veränderungen der Van-der-Waals Oberflächenkräfte und strukturellen Symmetrie der Dünnschichten auf und korreliert diese mit gemessenen Reibungskoeffizienten. Daraus abgeleitet erfolgt eine Analyse der dynamischen Tribofilmbildung unter Berücksichtigung der Schichtstrukturänderung.

15:10 Uhr

**PVD-Festschmierstoffsysteme für trockenlaufende Zahnradgetriebe**

**Projekt 6** - Tribologische Transfermechanismen und großflächige Mikrokontaktsimulation der Festschmierstoffbereitstellung aus PVD-Schichten für trockenlaufende Zahnradstufen

Forschungstellen: Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen / Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien - IWT

*Greschert R., Lenz B.*

Zur Steigerung der Leistungsdichte fluidfreier Verzahnungen werden PVD-Beschichtungen zur Reibungsreduzierung und zur Tragfähigkeitssteigerung von Getrieben untersucht. Hierfür werden die tribologischen Eigenschaften verschiedener auf Molybdändisulfid, Titan und Kohlenstoff basierender Schichtsysteme untersucht. Eine Dotierung mit Titan erhöht die Oxidationsbeständigkeit Molybdändisulfid-haltiger PVD-Schichtsysteme deutlich.

15:40 Uhr

**Pause**

16:00 Uhr

**Grundlagen für eine verbesserte Gebrauchsdauerberechnung feststoffgeschmierter Wälzlager durch Multiskalen-Untersuchung**

**Projekt 11** - Grundlagen für eine verbesserte Gebrauchsdauerberechnung feststoffgeschmierter Wälzlager durch Multiskalen-Untersuchung

Forschungstellen: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg: Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (KTmfk) / Lehrstuhl für Allgemeine Werkstoffeigenschaften (WW1) / Computer-Chemie-Centrum (CCC)

*Seynstaal A. (KTmfk), Merle B. (WW1), Meyer B. (CCC)*

Bei den Untersuchungen obliegt dem KTmfk die Herstellung zweier unterschiedlich texturierter MoS<sub>2</sub>-PVD-Schichten sowie deren Charakterisierung unter Vakuumbedingungen. Auf der Makroebene dient eine Mehrkörpersimulation einer ersten dynamischen Analyse eines exemplarischen Wälzlagers, woraus sich das Beanspruchungskollektiv der MoS<sub>2</sub>-Schicht ableitet (KTmfk, Seynstaal).

Am Lehrstuhl WW1 werden die Verformungsvorgänge auf der Mikroebene mittels in-situ Nanoindentierungsscratch- und Mikrodruckversuchen im Rasterelektronenmikroskop untersucht. Darüber hinaus wird die Mikrostruktur der Schichten eingehend charakterisiert (WW1, Merle).

Zusätzlich werden atomistische Simulationen an modellhaften MoS<sub>2</sub>-Schichtsystemen durchgeführt, um ein grundlegendes Verständnis der elementaren Verformungsmechanismen unter den Beanspruchungsbedingungen in einen Wälzlager auf atomarer Skala zu erlangen. Mit ersten Simulationen wurden die verwendeten Potentiale erfolgreich validiert (CCC, Meyer; WW1, Bitzek).

**P1:**

**Die Neuauflage des GfT-Arbeitsblattes 3 „Wälzlagerschmierung“**

*GfT-Arbeitskreis AB3*

Das Poster gibt einen Überblick über Ziel und Ergebnis dieser grundlegenden Überarbeitung und Aktualisierung des GfT-Arbeitsblattes 3 „Wälzlagerschmierung“.

**P2:**

**Chemische Modifizierung von PTFE durch e--Strahlung und reaktive Verarbeitung**

*Nguyen T.-D., Gedan-Smolka M., Schmidt T. - Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.*

Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Herstellung neuartiger Tribowerkstoffe auf Basis von PTFE, Öl und Polyamid. Zunächst werden verschiedene Öle an der Oberfläche von strahlenchemisch behandeltem PTFE angebunden. Anschließend werden mit ausgewählten modifizierten PTFE Versuche zu deren chemischen Anbindung an Polyamid in Schmelze durchgeführt.

**P3:**

**Tribologische Untersuchung zum Reibungs- und Verschleißverhalten von biogenen Schmierfetten am Tribometer - Energetische Betrachtungsweise**

*Acar N., Kuhn E., Franco J.M. – HAW Hamburg*

Vor dem Hintergrund der Rohstoffverknappung wird der Einsatz biologisch abbaubaren Schmierfetten immer wichtiger. Ziel dieser experimentellen Arbeit ist es, den Einfluss von biogenen Schmierfettkomponenten auf das Rei-

bungs- und Verschleißverhalten zu beobachten und den Reibungs- und Verschleißprozess von Modellfetten mit dem energetischen Verschleißmodell von Fleischer zu untersuchen.

**P4:**

**Entwicklung reibungsreduzierter, verschleißarmer Schlossteile für Strickmaschinen unter Verwendung einer DLC/ ta-C Kombinationsschicht**

*Lechthaler L., Gries T., Schneider A. – RWTH Aachen, Institut für Textiltechnik*

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer Beschichtung, die gegenüber konventionellen Schlossteilen reibungs- und verschleißärmer ist. Dies wird über eine W-DLC/ ta-C Kombinationsschicht realisiert, die die Vorteile beider Schichten vereint. Damit können im industriellen Strickprozess die Öl-Belastung und die Wärmeentwicklung sowie die verschleißbedingten Kosten um 20 % reduziert werden.

**P5:**

**ToF-SIMS analysis of boundary layers formed under zinc-free antiwear**

*Mallach D. – Universität Münster*

Häufig wird als Verschleißschutzmittel ZDDP als Öladditiv verwendet. Dies ist jedoch nicht immer vorteilhaft. Daher wurden Versuche (sowohl rein thermisch als auch unter Reibbelastung) durchgeführt, die zum Ziel haben ähnliche Verschleißschutzschichten mittels ionischer Flüssigkeiten als Öladditiv aufzubauen. Diese wurden mit der oberflächen sensitiven Analysemethode ToF-SIMS untersucht.

**P6:**

**Überlegene Werkstoffe für trockenlaufende Drehschieberpumpen**

*Wahl G. – Schunk Kohlenstoff-technik GmbH*

Werkstoffe für trockenlaufende Drehschieber sind entscheidend für Leistung und Laufzeiten. Es werden vorwiegend Kunststoffe sowie in steigendem Maße spezielle Elektrographite eingesetzt. Die Werkstoffoptimierung der Kohlenstoffkeramiken wird beschrieben. Heute können Laufzeiten von 20'000 h und kann gleichzeitig eine Kostenreduktion des Systems Pumpe erreicht werden.

**P7:**

**Investigation of turbochargers' tribological system with vibration diagnostics**

*Sass P., Rác B.*

*– Széchenyi István Universität (SZE), Győr*

The aim of this work is to investigate the states of lubrication in the turbocharger bearing housing with the help of vibration diagnostics. The vibrations of the turbocharger have been measured on a special component test-bench and the condition of the shaft and the bearings have been recorded before and after the measurements with a confocal microscope.

**P8:**

**Funktionsanalyse und Adaption eines Systemtribometers zur Untersuchung von Grafit-geschmierten Wälzlagern**

*Joerger A., Wohlgut V., Ott S. – KIT / IPEK*

Zur Untersuchung grafitgeschmierter Wälzlager wird ein Systemtribometer

analysiert, das sich zum Messen des Reibungs- und Verschleißverhaltens unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen eignet.

**P9:**

**Definition eines Ranking-Faktors zur Materialbeständigkeit bei abrasivem Verschleiß**

*Braak K., Kopp J., Kopnarski M. – Robert Bosch GmbH / IFOS Kaiserslautern*

Ziel der vorgestellten Arbeit ist es, einen Ranking-Faktor zu bestimmen, der es ermöglicht, Stähle in einem hart-hart-Kontakt in geschmierten Systemen hinsichtlich ihres abrasiven Verhaltens zu bewerten. Die Definition des Ranking-Faktors erfolgt zunächst ausgehend von dem in der Literatur beschriebenen Stand der Forschung, der anschließend mit Experimenten verglichen wird.

**P10:**

**Influence of plating pairing on the fretting behavior of electrical contacts**

*Yuan H., Song J. – Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe*

In this paper, the fretting behavior of various plating pairings, namely "tin on sphere to tin on plane", "silver on sphere to silver on plane", "tin on sphere to silver on plane" and "silver on sphere to tin on plane", is investigated. The lifetime, the wear and the coefficient of friction of these plating pairings are compared. Based on this investigation, the selection of the contact pairing can be suggested.

**P11:**

**Rheological behavior of Bingham fluids in hydrostatic bearings**

*Mass I., Hoppermann A., Murrenhoff H.  
– Hochschule Niederrhein*

This talk deals with the reduction of the volume flow in hydrostatic bearings to increase the efficiency. The concept studied here is the use of Bingham fluids, which are characterized by a yield point. As long as the shear stress in the fluid is below this yield point the fluid behaves like a solid. This can lead to self sealing effects inside the bearing for certain conditions, which will be presented here.

**P12:**

**Entwicklung einer Prüfmethode zur Ermittlung des statischen Reibmomentes trockenlaufender Kupplungen und Bremsen auf Komponentenebene**

*Fehrenbacher R., Ott S., Bause K.  
– KIT IPEK*

In diesem Beitrag wird das Losbrechverhalten trockenlaufender Friktionsysteme mittels verschiedener Versuchsverfahren an unterschiedlichen Reibpaarungen unter Variation der Eingangsparameter sowie Änderung der Umgebungstemperatur analysiert. Die Einflüsse dieser Parameter werden ausgewertet und miteinander verglichen.

**P13:**

**Mehrwert bei der Qualitäts- und Prozessoptimierung durch computergestützte Strömungssimulation**

*Kroth T., Sirbubalo E., Zemke M., Zonaras A., Falk J., - TeSolva | Falk & Hattemer GbR*

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis durch die

numerische Simulation ist laut VDI in der Industrie mit min. 1:6 zu bewerten. Die CFD-Simulation kann das komplexe Strömungsverhalten von Schmierstoffen genau darstellen. Auf dem Poster wird dieses Potential anhand einer weltweit neuartigen Simulationsmethode, für den Scale-Up eines Dispergier-Systems gezeigt.

**P14:**

**Messmethoden zum Vergleich mit Marketingangaben für Schlägerbelege aus vulkanisiertem Naturgummi im Tischtennissport**

*Rieling T. – HAW Hamburg*

Dargestellt werden erste Schritte zur Entwicklung von tribo- und rheometrischen Messmethoden, die Reibungs- und Elastizitätseigenschaften von Spezialgummi-Oberflächen (Schlägerbelegen) im Tischtennissport beschreiben. Das Ziel sind Korrelationen zwischen physikalischen Messwerten und Marketingangaben, die teilweise auf subjektiven Anwendereinschätzungen beruhen.

## Zusätzliche Informationen

### TAGUNGSORT

Hotel „Freizeit In“, Dransfelder Str. 3,  
D-37079 Göttingen, [www.freizeit-in.de](http://www.freizeit-in.de)

### ZIMMERRESERVIERUNG

Im Hotel „Freizeit-In“ ist bis zum 20. August ein **Zimmerkontingent** inkl. Frühstück und Benutzung des Spa mit den Bereichen Fitness und Schwimmbad sowie WLAN reserviert. (Unterschiedliche Preise je nach Verfügbarkeit).

Abfragen können Sie dieses direkt im Hotel unter dem Stichwort „Tribologie Fachtagung“:  
Mail: [reservierung@freizeit-in.de](mailto:reservierung@freizeit-in.de)  
Tel.: +49 (0)551-9001-200  
Fax: +49 (0)551-9001-100.

Ein weiteres **Zimmerkontingent** ist bis zum 24. August im Hotel „Rennschuh“ zu einem Preis von **57 € EZ / Nacht** inkl. Frühstück, Schwimmbad- und Saunanutzung sowie WLAN reserviert.

Auch dieses Kontingent ist unter dem Stichwort „Tribologie Fachtagung“ abrufbar:  
Mail: [hotel@rennschuh.de](mailto:hotel@rennschuh.de)  
Tel.: +49 (0)551-9009-0  
Fax: +49 (0)551-9009-199.

Ebenfalls haben wir für Sie bis zum 26. August ein Zimmerkontingent im „AS Hotel“ reserviert.

Preis: Doppelzimmer zur Einzelnutzung für **72,99 €** pro Zimmer/pro Nacht inkl. Frühstück, WLAN und Parkplatz.

Abfragen können Sie auch dieses nur unter dem Stichwort „Tribologie-Fachtagung“ (eine Online-Reservierung ist nicht möglich)

Mail: [info@as-hotel.de](mailto:info@as-hotel.de)  
Tel.: +49 (0)551-29177339  
Fax: (+49) 0551-29176530

### ANMELDUNG

Bitte möglichst bis zum 13. September 2019. Die Anmeldeformulare finden Sie auf der GfT-Webseite [www.gft-ev.de](http://www.gft-ev.de).

Mit Ihrer Anmeldung erklären Sie sich einverstanden, dass Ihr Name und die Firma / Hochschule auf der Teilnehmerliste stehen, sowie dass Sie als Teilnehmer ev. auf Fotos oder Videos zu sehen sind.

Anmeldungen senden Sie bitte an die GfT-Geschäftsstelle. Dort erhalten Sie auch weitere Informationen.

### TEILNEHMERGEBÜHR 2019

einschl. Tagungsunterlagen und Verpflegung, ohne Abendveranstaltung:

Nichtmitglieder	670 €
GfT- Mitglieder	650 €
Vortragende / Poster	350 €
Hochschulangehörige (außer Professoren/Institutsleiter)	470 €
Im Ruhestand oder arbeitssuchend	200 €
Studenten (Bis Master / Diplom)	50 €



## Zusätzliche Informationen

**Abendveranstaltung:** 59,50 € /inkl. MwSt.

inkl. Speisen und Getränke

\*\*\* hierzu ist eine separate Anmeldung erforderlich

Auch Tagespreise sind möglich, für einen solchen „one-day-pass“ kontaktieren Sie bitte die Geschäftsstelle.

### STORNIERUNGSBEDINGUNGEN

Bei Rücktritt bis 2 Wochen vor der Tagung fallen 30 € Bearbeitungsgebühr an, bei Stornierungen ab dem 10. September werden 50% der Summe fällig. Keine Rückerstattung gibt es bei Absagen ab dem 20. September oder bei Nicht-Erscheinen.

### GFT-MITGLIEDERVERSAMMLUNG

Am Dienstag, den 24. September 2019 findet um 17:30 Uhr die ordentliche Mitgliederversammlung der Gesellschaft für Tribologie e.V. statt.

### FACHAUSSTELLUNG

Zur Ergänzung des Vortragsprogramms findet eine begleitende Fachausstellung im Foyer statt (Teilnahme begrenzt).

Ausstellungsplatz 800 €\*  
Roll-Up + 250 €\*\*

\* zzgl. 19% MwSt./ enthalten ist eine begleitende Person, inkl. Verpflegung, ohne Abendveranstaltung, zusätzlich Kosten entstehen evtl. beim Freizeit In

\*\* zusätzlich zur Anmeldung einer Person, zzgl. 19% MwSt.

Das Anmeldeformular dazu erhalten Sie bei der GfT Geschäftsstelle.

### TAGUNGSBÜRO/REGISTRIERUNG

Das Tagungsbüro ist während der gesamten Veranstaltung besetzt. Wir bitten jeden Teilnehmer, sich bei Eintreffen im Tagungsbüro registrieren zu lassen.

Hier erhalten Sie die Tagungsunterlagen und die Karten für die Abendveranstaltung.

### INFORMATION

**Gesellschaft für Tribologie e.V.**

Adolf-Fischer-Str. 34  
D-52428 Jülich

Telefon: +49 (0)2461 - 340 79 38

E-Mail: [tribologie@gft-ev.de](mailto:tribologie@gft-ev.de)

Internet: <http://www.gft-ev.de>









Gesellschaft für Tribologie e.V. – Adolf-Fischer-Str. 34 – 52428 Jülich  
[www.gft-ev.de](http://www.gft-ev.de)