

Operator of the COMET K2 Centre



# Tribology



01.04.2018

Geschäftsbericht

31.03.2019

Business Report

---

**T**ribologie ist die Lehre von der wissenschaftlichen Erforschung und der technischen Anwendung (Tribotechnik) und Beeinflussung von Erscheinungen und Vorgängen zwischen aufeinander einwirkenden, relativ zueinander bewegten oder in Bewegung gesetzten Oberflächen bzw. Körpern (Tribosystem). Dies schließt Erscheinungen und Vorgänge zwischen solchen Oberflächen beim Übergang von Ruhe zu Bewegung oder umgekehrt sowie sämtliche Formen von Wechselwirkungen ein, und zwar sowohl zwischen Festkörpern untereinander, als auch zwischen Festkörpern und ihrer flüssigen oder gasförmigen Umgebung. Oder mit anderen Worten: **Tribologie ist die eigenständige physikbasierte Wissenschaft von Reibung und Verschleiß.**

**T**ribologische Lösungen für Ingenieuraufgaben zielen insbesondere auf den Erhalt der Funktionsfähigkeit von Systemen bzw. Produkten und erhöhen somit im Sinne der „vorbeugenden Qualitätssicherung“ die Zuverlässigkeit; sie tragen zur Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit und helfen, Umweltbelastung zu vermeiden.



**T**ribology is the science, engineering, and technology (tribotechnology) of interacting surfaces in relative motion to each other (tribosystems). It also comprises processes and effects between surfaces in the transition from rest to motion or vice versa. Tribology encompasses all types of interactions, including between two or more solids or between solids and their liquid or gaseous environment. With other words: **Tribology is the generic physics-based science of friction and wear.**

**T**ribological engineering solutions aim to maintain the efficiency of systems or products, and thus improve reliability according to the principles of 'preventive quality management'; they contribute to resource conservation and sustainability and help to avoid environmental pollution.

---

<b>Höhepunkte</b>	<b>4</b>
<b>Highlights</b>	
<b>Berichte</b>	<b>7</b>
<b>Statements</b>	
<b>Organisationsstruktur</b>	<b>13</b>
<b>Organisation</b>	
<b>Forschungsbereiche</b>	<b>17</b>
<b>Research Areas</b>	
Schmierstoffe und Grenzflächenmechanismen	19
Lubricants and Interface Mechanisms	
Verschleißprozesse & Verschleißschutz	22
Wear Processes & Protection	
Reibflächenphänomene und Tribodiagnose	25
Friction Surface Phenomena & Tribodiagnostic	
Numerische und experimentelle Simulation	28
Computation & Experimental Simulation	
<b>Laborgeräte</b>	<b>31</b>
<b>Laboratory Equipment</b>	
<b>Publikationen</b>	<b>37</b>
<b>Publications</b>	
Begutachtete Publikationen	38
Reviewed Publications	
Konferenzbeiträge	40
Conference Papers	
Öffentlichkeitsarbeit	43
Public Awareness	
Dissertationen	43
PhD Theses	
Diplom-/Masterarbeiten	44
Diploma/Master Theses	
Patente, Patentanmeldungen	45
Patents, Patent Applications	
Schutzmarken (seit 2002)	45
<b>Finanzbericht</b>	<b>46</b>
<b>Financial Report</b>	
Bilanz zum 31.03.2019	47
Balance Sheet as at 31.03.2019	
Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2018 - 31.03.2019)	48
Income Statement	
Anhang	49
Annex	

## 18.09.2018 EU Projekt i-TRIBOMAT

Im Berichtszeitraum konnte ein für die strategische Entwicklung von AC<sup>2</sup>T wichtiges Projekt außerhalb Xtribology eingeworben werden, bei welchem AC<sup>2</sup>T Projektkoordinator ist.

Das EU-Projekt „i-TRIBOMAT“ (*Intelligent Open Test Bed for Materials Tribological Characterisation Services*, Innovation Action, Call DT-NMBP07-2018, GA Nr. 814494) mit einem Gesamtbudget von etwa 7,1 M€ und einer Laufzeit von 4 Jahren zielt auf die Etablierung eines sogenannten „Open Innovation Test Bed“ ab, das spätestens nach Projektabschluss (2023) Dienstleistungen im Bereich intelligenter tribologischer Werkstoff-Charakterisierung anbieten soll.

Das Geschäftsmodell sieht vor, dass diese Dienstleistungen in der Tribologie über eine gemeinsame Plattform europäischer F&E-Gruppen abgewickelt werden sollen. Mit diesem länder- und institutionsübergreifenden Ansatz wird erstmalig in der Tribologie die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur, Kompetenzen und Daten erreicht.

Die wirtschaftliche Umsetzung von i-TRIBOMAT – bestehend aus einem Konsortium aus 10 Partnern – soll die europäische Industrie substantiell bei der Entwicklung weltweit kompetitiver und tribologisch optimierter Produkte unterstützen. Dies insbesondere durch Vorantreiben von Innovationen, der Verbesserung der Effizienz von Werkstoff-Upscaling-Prozessen und der Bereitstellung neuer Werkstoffe.

Weitere Informationen finden Sie unter:

[www.i-tribomat.eu](http://www.i-tribomat.eu)

*Das i-TRIBOMAT-Projektteam beim Kick-off-Meeting in Brüssel, Belgien  
Foto: AC2T research GmbH*



*Das AC<sup>2</sup>T-Redaktionsteam beim Hochladen des EU-Antrags i-TRIBOMAT (v.l.n.r. Prof. F. FRANEK, Dr. I. TÓTH, DI F. PIRKER, Privat-Doz. Dr. A. VERNES)*

*Foto: AC2T research GmbH*



## 11.10.2018 EU-Projekt triboREMEDY



*Das triboREMEDY Projektteam beim Kick-off-Meeting in Eibar, Spanien*

*Foto: AC2T research GmbH*

Im Berichtszeitraum konnte weiters ein für die grundlagennahe Forschung bei AC<sup>2</sup>T zukunftsweisendes Projekt begonnen werden. AC<sup>2</sup>T ist Partner bei diesem Projekt (Projektkoordinator: Tekniker, Spanien) mit der Aufgabe, schwerpunktmäßig die relevanten tribometrischen Experimente durchzuführen.

Das EU-Projekt „triboREMEDY“ (The triboreactor as breakthrough remediation strategy for safeguarding human and environmental health, FETOPEN-01-2018 – FET-Open Challenging Current Thinking, GA Nr. 829047) mit einem Gesamtbudget von etwa 2,8 M€ und einer Laufzeit von 4 Jahren greift die Idee auf, die durch Präsenz chemischer Substanzen oder biologischer Organismen gegebene Schadstoffbelastungen durch tribologische Prozesse zu beseitigen.

## 22.11.2018 AC<sup>2</sup>T-Teilnahme am ÖTG-Symposium 2018 in Wien

Die traditionelle jährliche Fachtagung der Österreichischen Tribologischen Gesellschaft bot dem wissenschaftlichen AC<sup>2</sup>T-Team unter dem Motto „Tribologie in Industrie und Forschung: Neue Aufgaben – Innovative Lösungen“ eine hervorragende Möglichkeit, die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeiten der letzten Monate zu präsentieren. Dieses Symposium mit internationaler Beteiligung fand diesmal im Haus der Ingenieure in Wien statt, Etwa 120 Teilnehmer konnten sich bei mehr als 25 Vorträgen über aktuelle Themen der tribologischen Forschung informieren.

Ergänzt wurde das Symposium durch eine Ausstellung, im Rahmen welcher Hersteller von tribologischen Messeinrichtungen ihre Produkte und Dienstleistungen vorstellten.

*AC<sup>2</sup>T-Wissenschaftler im Auditorium beim ÖTG-Symposium 2018*

*Foto: FRANEK / ÖTG*



*Eröffnungsredner  
Prof. David NOWELL,  
Imperial College London,  
University of Oxford, UK*

## 18.12.2018 Science Workshop mit Dr. Ali ERDEMIR

Die regelmäßigen AC<sup>2</sup>T-internen Weiterbildungsveranstaltungen (Science Workshops) boten an diesem Tag eine besondere Persönlichkeit als Vortragenden: Dr. Ali ERDEMIR, Argonne National Laboratory (ANL), USA, welcher zugleich Präsident des International Tribology Councils (ITC) ist, referierte vor über 30 AC<sup>2</sup>T-Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen schwerpunktmäßig über tribologisch wirksame Schichten mit In-situ-Funktionalisierung auf Basis von Kohlenstoff-Reaktionen (DLC-ähnliche Tribofilme).

*Dr. Ali ERDEMIR, ANL, ITC-Präsident*

*Foto: FRANEK / AC2T research GmbH*



## 18.03.2019 Verleihung des Professorentitels an Dr. Andreas PAUSCHITZ

Auf Vorschlag der Bundesregierung hat Bundespräsident Dr. Alexander Van der BELLEN mit Entschließung vom 7.12.2018 dem AC<sup>2</sup>T-Geschäftsführer Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas PAUSCHITZ den Berufstitel „Professor“ verliehen.

Die offizielle Überreichung der Urkunde durch den Bundesminister für Bildung und Wissenschaft Univ.-Prof. Dr. Heinz FAßMANN fand am 18.03.2019 im Rahmen einer Feierstunde im Audienzsaal des betreffenden Bundesministeriums statt.

*BM Univ.-Prof. Dr. Heinz FAßMANN (links),  
Prof. Dr. Andreas PAUSCHITZ (rechts)*

*Foto: © W. Haslinger – Fotobox (www.freewilly.at)*



---

## Our Vision

The Centre of Excellence acts as a central node for research activities in tribology and is internationally perceived as European Centre of Tribology.

## Unsere Vision

Das Exzellenzzentrum agiert als zentraler Knoten für Forschungsaktivitäten in der Tribologie und wird international als europäisches Zentrum für Tribologie wahrgenommen.



## Our Mission

Transfer of holistic tribology knowledge and professional experience to industry by providing high-quality personnel and state-of-the-art equipment in terms of a synergistic and cost-effective "multi-user system".

## Unsere Mission

Transfer von ganzheitlichem Tribologie-Wissen und facheinschlägigen Erfahrungen in die Industrie durch Bereitstellung von hochqualitativem Personal und State-of-the-Art Einrichtungen im Sinne eines synergetischen und kostenoptimierten „Mehrnutzersystems“.

---

---

**Berichte**

**Statements**

## Geschäftsführer



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Friedrich FRANEK

Das 18. Geschäftsjahr des Exzellenzzentrums für Tribologie war gleichzeitig das neunte Förderjahr des Schirmprojektes COMET<sup>1</sup>-K2<sup>2</sup>-XTribology<sup>3</sup>. Ca. 75 % der Personalkapazitäten wurden in Forschungsprojekten in „XTribology“ eingesetzt. Ergänzend trugen andere Projekte auf nationaler und europäischer Ebene zum

Gesamtumsatz bei.

Auf europäischer Ebene wurden im Geschäftsjahr zwei weitere Einzelprojekte im sechs-jährigen EU-Schirmprojekt „Shift2Rail“ begonnen und zwei neue EU-Projekte – „i-TRIBOMAT“ und „tribo-REMEDY“ – erfolgreich beantragt und gestartet. Weiters wurden auf nationaler Ebene mehrere teilgeförderte Forschungsprojekte erfolgreich eingeworben.

Der Umsatz war gegenüber dem Vorjahr um mehr als 15 % höher. Die Personalfuktuation war im Geschäftsjahr durchschnittlich. Der Personalstand zum Geschäftsjahresende erhöhte sich auf rund 140 Personen (bzw. 116 Vollzeitäquivalente).

Die erste Hälfte des Geschäftsjahres war von der Ausarbeitung des COMET-Antrags „InTribology“ für den Zeitraum 2020 - 2024 geprägt, welcher zeitgerecht Mitte Oktober 2018 eingereicht wurde.

Die Geschäftsführung dankt an dieser Stelle allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen für deren außerordentlichen Einsatz und die langjährige Treue.

Besonderer Dank gilt den politischen Entscheidungsträgern sowie den zuständigen bzw. verantwortlichen Personen bei den Fördergebern für deren Vertrauen in unsere Fähigkeiten, Projekte effizient abzuwickeln.

## General Manager

The 18th fiscal year of the Austrian Excellence Centre of Tribology was also the ninth funding year of the umbrella project COMET<sup>1</sup>-K2<sup>2</sup>-XTribology<sup>3</sup> grant. Around 75 % of the personnel capacities were used in "XTribology" research projects. In addition, other projects at the national and European level contributed to the overall turnover.



Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Andreas PAUSCHITZ

At the European level, two further individual projects in the six-year EU umbrella project "Shift2Rail" were started in the fiscal year and two new EU-projects, namely "i-Tribomat" and "triboREMEDY", were successfully applied for and started. In addition, several partially funded research projects were successfully launched at the national level.

The turnover was around 15 % higher than in the previous year. Staff turnover during the fiscal year was average. The number of employees at the end of the fiscal year increased to around 140 (116 full-time equivalents).

The activities in the first half of the fiscal year was dominated by the preparation of the COMET application "InTribology" for the period 2020 - 2024, which was submitted on time in mid-October 2018.

The management would like to take this opportunity to thank all employees for their extraordinary efforts and their longstanding loyalty.

Special thanks are also due to the political decision-makers as well as the office bearers at the funding agencies for their confidence in our ability to carry out projects efficiently.

<sup>1</sup> COMpetence Centres for Excellent Technologies

<sup>2</sup> Akronym der spezifischen COMET-Programmschiene

<sup>3</sup> Akronym des AC<sup>2</sup>T-COMET-Schirmprojektes

## Wissenschaftliche Leitung



Dipl.-Ing. Dr. mont.  
Ewald BADISCH

Für das Geschäftsjahr von April 2018 bis März 2019 heben wir nachfolgend zwei für die zukünftigen Weichenstellungen bei AC<sup>2</sup>T wichtige wissenschaftliche Entwicklungen hervor.

Im ersten Halbjahr wurde der COMET-Neuantrag „InTribology1“ für den Forschungszeitraum 2020 bis 2024 verfasst und somit das zukünftige Forschungsprogramm definiert. Ab April 2020 wird die Forschung in drei Forschungsbereichen mit Projekten mit Unternehmenspartnern sowie einem strategischen Forschungsbereich mit Projekten mit Wissenschaftspartnern durchgeführt. Das Ziel des strategischen Forschungsbereichs „Synaptische Tribologie“ ist die umfassende Verknüpfung von Themen der Digitalisierung mit der Tribologie. Zur Vorbereitung dieser Aktivitäten bei AC<sup>2</sup>T wurde Dr. Georg VORLAUFER mit der Themenverantwortung „Data Science and Digitalization“ betraut. Dr. Markus VARGA nimmt daher nun die Leitung des bis zum Ende von XTribology laufenden Forschungsbereiches „Numerische und Experimentelle Simulation“ wahr.

Das EU-Projekt „i-TRIBOMAT“ (Intelligent Open Test Bed for Materials Tribological Characterisation Services) mit AC<sup>2</sup>T als Projektkoordinator wurde eingeworben. Ausgestattet mit einem Gesamtbudget von etwa 7,1 M€ und einer Laufzeit von 4 Jahren wird ein „Open Innovation Test Bed“ aufgebaut. Dieses wird mittelfristig Dienstleistungen im Bereich der intelligenten tribologisch-orientierten Charakterisierung von Werkstoffen anbieten.

Das Forschungsjahr weist mit 9 fertiggestellten Dissertationen, 10 abgeschlossenen Diplom- bzw. Masterarbeiten, 42 Publikationen in referierten Journalen sowie 82 Tagungsbeiträge ein beachtliches wissenschaftliches Ergebnis auf.

Die wissenschaftliche Leitung dankt an dieser Stelle allen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen für deren außerordentlichen Einsatz.

## Scientific Management

We would like to highlight two important scientific developments for the future direction of AC<sup>2</sup>T during the fiscal year from April 2018 to March 2019.

In the first half, the COMET new application "InTribology1" for the research period 2020 - 2024 was drawn up, thus, defining the future research program.

Starting in April 2020, the research will be carried out in three research areas with projects with company partners and one strategic research area with projects with scientific partners. The goal of the strategic research area "Synaptic Tribology" is the comprehensive linking of topics of digitalization with tribology.

To prepare these activities at AC<sup>2</sup>T, Dr. Georg VORLAUFER was entrusted with the responsibility to lead the topic "Data Science and Digitalization". Dr. Markus VARGA is now in charge of the research area "Computation and Experimental Simulation", which runs until the end of XTribology.



Dipl.-Ing. Dr. techn.  
Nicole DÖRR

The EU project "i-TRIBOMAT" (Intelligent Open Test Bed for Materials Tribological Characterisation Services) with AC<sup>2</sup>T as project coordinator was acquired. Equipped with a total budget of about 7.1 M€ and a duration of 4 years, an "Open Innovation Test Bed" will be established. This will offer services in the field of smart tribology-oriented characterization of materials in medium term.

With 9 completed PhD theses, 10 diploma and master theses, 42 publications in peer-reviewed journals and 82 conference papers within the research year, the research year shows a remarkable scientific result.

The scientific management would like to take this opportunity to thank all scientists for their extraordinary commitment.

## Sprecher der Gesellschafter

Die Gesellschafter von AC<sup>2</sup>T konnten sich von einer konsolidierten Geschäftstätigkeit des Exzellenzentrums im Geschäftsjahr 2018/2019 überzeugen. Da wirtschaftliche Erträge im Unternehmen belassen werden, ist nunmehr ein Kapitalpolster aufgebaut, der den Übergang zur nächsten Förderperiode im April 2020 erleichtern sollte.

Ebenso sehr positiv entwickelte sich im abgelaufenen Geschäftsjahr die Tochterfirma Aerospace & Advanced Composites GmbH, was sich insbesondere in einer guten Kapazitätsauslastung und einer konsolidierten Liquidität niederschlägt.

Neben den laufenden Forschungstätigkeiten arbeiteten die wissenschaftliche Leitung, das AC<sup>2</sup>T-Team und die Partner intensiv an der Antragstellung für die nächste COMET-K2-Förderperiode (2020 - 2024). Die Förderzusage erfolgte im Juni 2019. Die Gesellschafter gratulieren dazu und wünschen weiterhin viel Erfolg!

Die Einsatzbereitschaft der handelnden Personen auf allen Ebenen hat AC<sup>2</sup>T zu einer weltweit anerkannten Institution im Bereich Tribologie gemacht. Die außerordentliche wissenschaftliche Entwicklung von AC<sup>2</sup>T ist auch durch die nationale Kooperationen mit Prof. Carsten GACHOT, Professor für Tribologie der Technischen Universität Wien, und die internationale Kooperationen mit Prof. Ashlie MARTINI, Professorin für Maschinenbau an der University of California, Merced, als weltweit anerkannte Expertin für „reaktive Molekulardynamik“ gekennzeichnet.

Die Gesellschafter danken der Geschäftsführung und dem gesamten AC<sup>2</sup>T-Team für die engagierte und verlässliche Arbeit.

## Spokesperson of the shareholders

The shareholders of AC<sup>2</sup>T could convince themselves of a consolidated business activity of the Centre of Excellence in the fiscal year 2018/2019. Due to that economic returns have been retained in the company, a capital cushion has been built-up to facilitate the transition to the next funding period in April 2020.



Ao. Univ.-Prof. i. R. Dr.  
Herbert STÖRI

The subsidiary Aerospace & Advanced Composites GmbH also grew very positively in the past fiscal year, which is reflected well in good capacity utilization and consolidated liquidity.

In addition to the ongoing research activities, the scientific management, the AC<sup>2</sup>T team and the partners worked intensively on the application for the next COMET-K2 funding period (2020 - 2024). The grant was approved in June 2019. The shareholders congratulate them and wish them continued success!

The commitment of the people involved at all levels has made AC<sup>2</sup>T a globally recognized institution in the field of tribology. The extraordinary scientific development of AC<sup>2</sup>T is also marked by the national cooperation with Prof. Carsten GACHOT, Professor of Tribology at the Technischen Universität Wien, and by the international cooperation with Prof. Ashlie MARTINI, Professor of Mechanical Engineering at the University of California, Merced, as a recognized expert for "reactive molecular dynamics" all around the world.

The shareholders thank the general management and the entire team of AC<sup>2</sup>T for their committed and reliable work.

## Vorsitzender des Strategiebeirates

Der gemäß den Richtlinien des COMET Programms eingerichtete Strategiebeirat ist ein vom Zentrum und den beteiligten XTribology-Partnern unabhängiges Gremium. Der Beirat informiert sich zumindest einmal jährlich in einem Meeting vor Ort über den Status bzw. die Entwicklung des Zentrums und spricht auf dieser Basis Empfehlungen für die AC<sup>2</sup>T-Geschäftsführung hinsichtlich XTribology aus.

Da es erfreulicherweise weiterhin keine Fragestellungen an den Strategiebeirat bzgl. Empfehlungen zu Unstimmigkeiten zwischen Projektpartnern untereinander oder zwischen einem Agreement-Partner und AC<sup>2</sup>T gibt, widmete sich der Strategiebeirat in bewährter Weise dem Status der Erfüllung der XTribology-Zielwerte. Auch wenn die Erreichung einzelner Zielwerte bis zum Ende des Förderzeitraums nicht mehr realistisch erscheint, so hat der Strategiebeirat die intensiven Bestrebungen der AC<sup>2</sup>T-Geschäftsleitung zwecks bestmöglicher Erfüllung der COMET-K2-XTribology Zielwerte wohlwollend aufgenommen.

Ebenso wurde festgestellt, dass das zurückliegende Forschungsjahr 2018/2019, der Kontinuität folgend, im Wesentlichen durch erfolgreiche Bemühungen gekennzeichnet war, die Forschungsvorhaben der zweiten XTribology-Förderperiode mit den Partnern aus der Wirtschaft und aus der Wissenschaft optimal voranzutreiben. Dabei konnten die zum Teil langjährigen und in guter Partnerschaft gepflegten Kooperationen durch neu hinzukommende Partner positiv ergänzt werden.

Der Erfolg zeigt sich durch ein sehr positives Klima, welches auch im Strategiebeirat spürbar ist.

## Chairman of the Strategy Board

The Strategy Board established in accordance with the guidelines of the COMET programme is an independent board of the Centre and the XTribology partners. The board is informed at least once a year in a meeting on the status and the development of the Centre, and makes recommendations to the general management of AC<sup>2</sup>T concerning XTribology on this basis.



Dr. jur.  
Berndt-Thomas KRAFFT

As there are fortunately still no questions to the Strategy Board regarding recommendations in the event of disagreements between project partners or between an agreement partner and AC<sup>2</sup>T, the Strategy Board has devoted itself in a proven manner to the status of the XTribology target values fulfilment. Even if the fulfilment of some of the target values no longer seems realistic until the end of the funding period, the Strategy Board has welcomed the intensive efforts of the general management of AC<sup>2</sup>T for the best possible fulfilment of the COMET K2 XTribology target values.

Furthermore, the Strategy Board noted that the past research year 2018/2019 was characterized by continuity, mainly through successful efforts together with company and scientific partners to optimally advance the research projects of the second XTribology funding period. The partnerships, some of which are long-standing and well-maintained, were positively supplemented by new partners.

The success is reflected by a very positive climate, which is also experienced in the strategy board.

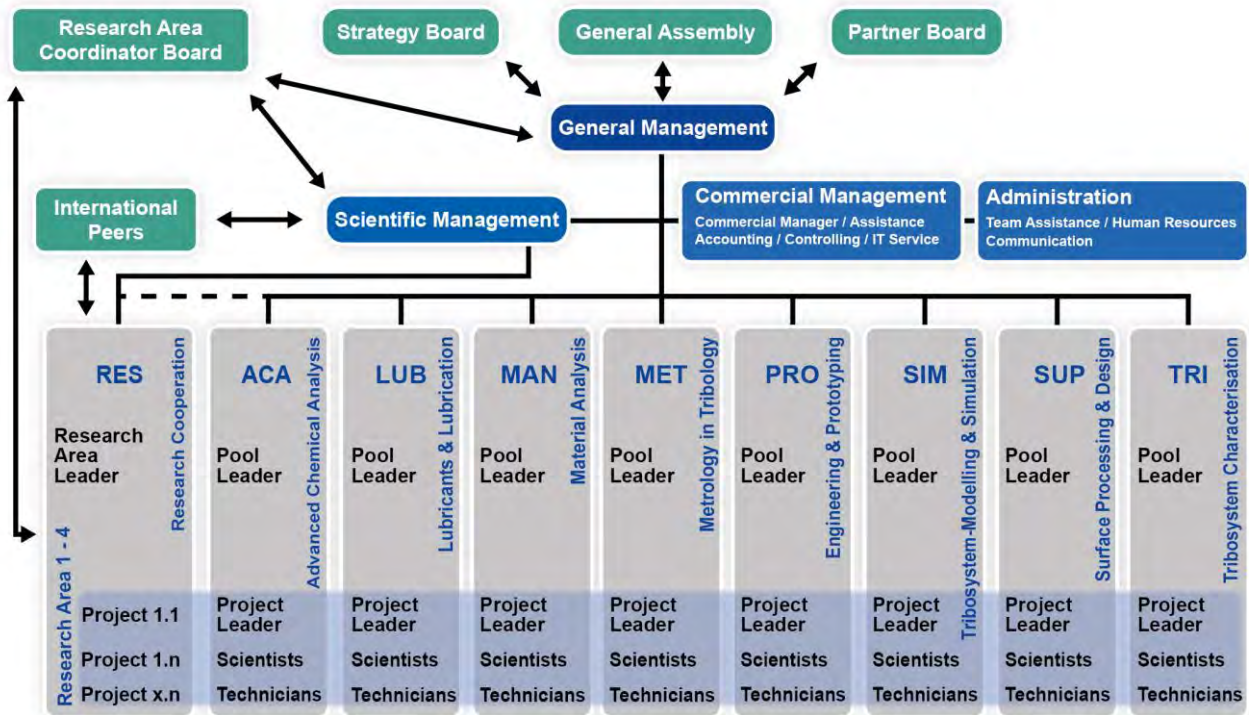


---

# Organisationsstruktur

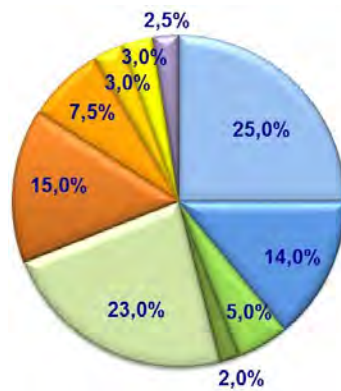
## Organisation

Organigramm / Organisational Chart



Gesellschafterstruktur / Shareholders

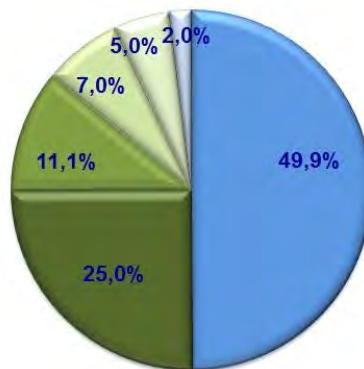
AC2T research GmbH



- Österreichische Tribologische Gesellschaft
- Technische Universität Wien
- SKF Österreich AG
- Optimol Instrumments Prüftechnik GmbH
- Hr. A. Kricej
- Prof. Dr. A. Pauschitz
- Prof. F. Franek
- Prof. W.J. Bartz
- Dr. R. Polak
- Prof. H. Störi

Aerospace & Advanced Composites GmbH

(maßgebliche Beteiligung / significant shareholding)



- AC2T research GmbH
- Dr. Norbert Gamsjäger
- Dr. M. Scheerer
- Dr. R. Polak
- Dr. A. Merstallinger
- Österreichische Tribologische Gesellschaft

## Interdisziplinäre Kernkompetenz

Die interdisziplinäre Lösung tribologischer Aufgabenstellungen wird durch die Verfügbarkeit von wissenschaftlichem Personal mit Wissen in den Mutterdisziplinen der Tribologie (Physik, Chemie, Werkstoffwissenschaften Maschinenbau, Elektrotechnik/Messtechnik) und der Informatik gewährleistet.

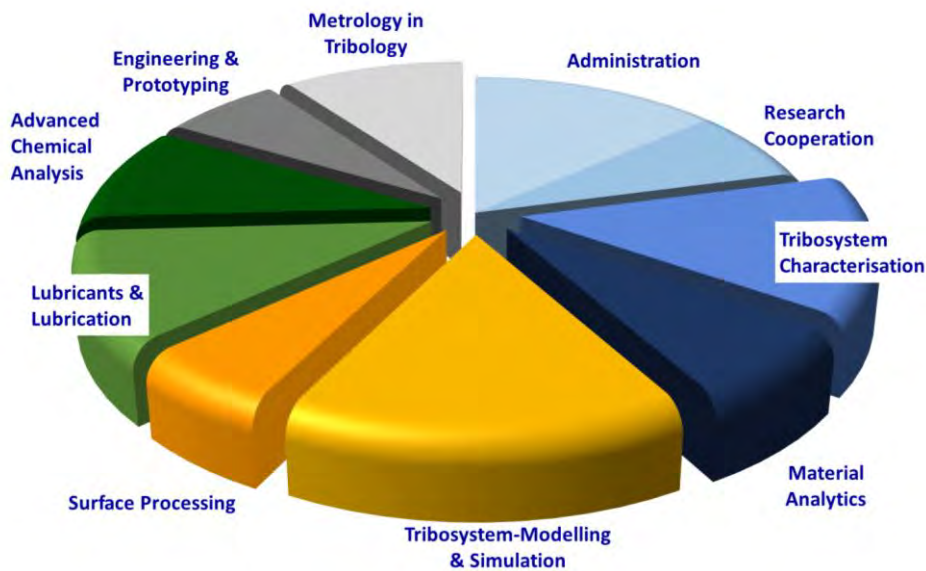
Tribologische Aufgabenstellungen werden in den folgenden Kompetenzbereichen umfassend bearbeitet.

## Interdisciplinary core competence

Interdisciplinary solutions for tribological tasks are provided through the availability of scientists with knowledge in the base disciplines of tribology (physics, chemistry, material sciences, mechanical and electrical engineering/metrology) and data science.

A comprehensive treatment of tribological tasks is performed in the following competence pools.

## Personalressourcen der Kompetenzbereiche / Human resources of areas of competence



Personalanteil der Kompetenzbereiche / Share of staff in the areas of competence

## Strategiebeirat / Strategy Board

Dr. jur. Berndt-Thomas KRAFFT (Vorsitzender)  
Geschäftsführer, Fachverband Metalltechnische Industrie, Wirtschaftskammer Österreich

Mag. Irma PRIEDL (Stellvertreterin des Vorsitzenden)  
Hofrätin i. R., szt. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Dr. Constanze STOCKHAMMER  
Stellvertretende Geschäftsführerin, Geschäftsstelle des Rates für Forschung und Technologieentwicklung

Dr. Gerhard NAUER  
Assistenz-Prof. i. R., Universität Wien, Institut für Physikalische Chemie

Dr.-Ing. Klaus DOBLER  
ehem. Leiter der zentralen Forschungseinrichtung der Robert Bosch GmbH

---

## Ziele

- Generierung von neuem interdisziplinärem und ganzheitlichem Wissen in der Tribologie und dessen Anwendung in der Industrie.
- Verstärkung des Bewusstseins in der Öffentlichkeit und insbesondere in der Industrie betreffend der Relevanz der Tribologie für ein sozial- und umweltverträgliches Wachstums.
- Systematische Zusammenarbeit und Vernetzung mit dem Ziel, neue tribotechnische Methoden und Verfahren in Österreich und darüber hinaus zu forcieren und das Wissen den Kooperationspartnern bereit zu stellen.

## Targets

- Generation of novel interdisciplinary and holistic knowledge in Tribology and its application in industry.
- Raising the public and, in particular, industrial awareness of the relevance of Tribology for a socially and environmentally sustainable growth.
- Systematically collaboration and networking with the aim of promoting new tribotechnology methods and procedures in Austria and beyond, and making the knowledge available to collaboration partners.



- Impulse für Forschungsaktivitäten in innovativen Gebieten der Tribologie zu geben, wie z. B. im Bereich von multifunktionalen Werkstoffen, Oberflächen und Beschichtungen, Schmierstoffen und Schmiersystemen, hochauflösenden Verschleißmesssystemen, Simulation und Modellierung von Reibungs- und Verschleißprozessen.
  - Förderung der Anwendung des neuen Wissens in der Industrie mit dem Ziel einer tribologischen und ökologischen Effizienzsteigerung.
  - Mitwirkung bei der Aus- und Weiterbildung von F&E-Personal im Bereich Tribologie.
- To give impulses for research activities in innovative fields of Tribology, such as smart materials, surfaces and coatings, lubricants and lubrication systems, high-resolution wear measurement systems, simulation and modelling of friction and wear processes.
  - Encourage the application of novel knowledge in the industry with the aim of increasing tribological and environmental efficiency.
  - Participation in education and training of R&D staff in the field of Tribology.
-

---

# Forschungsbereiche



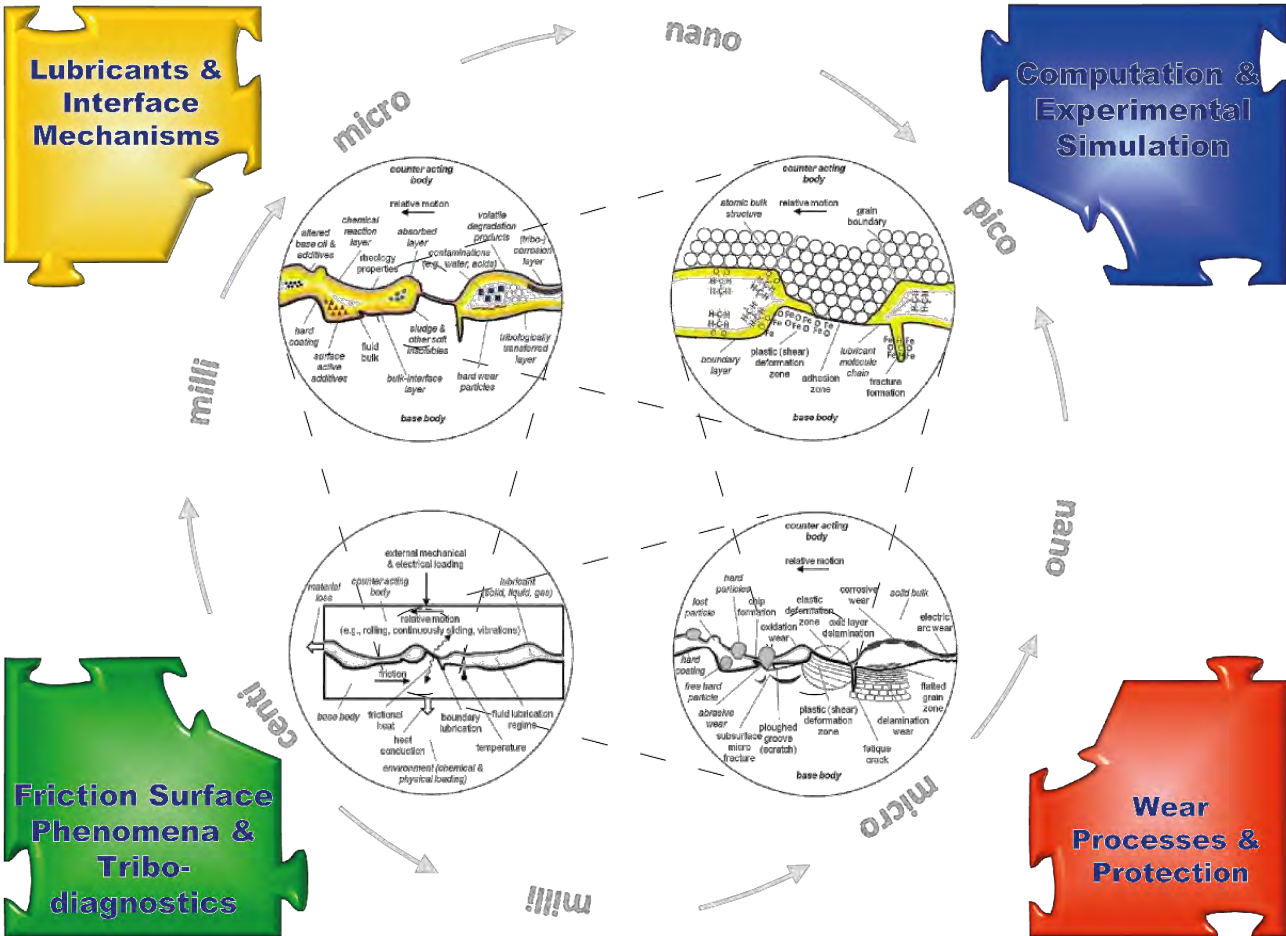
## Research Areas

**Research topics**

- Long-term additive efficiency by close-to-reality stressing of lubricants & fuels
- Impact of fuel quality on engine oil performance
- Lubricity of bio-components in fuels
- Sensor design for onsite oil condition monitoring of lubricants
- Ionic liquids & nano-particles in lubricants

**Research topics**

- Multi-scale simulation strategies
- Mathematical description of rough surfaces and contact mechanics
- Ab-initio modelling of nano-tribological systems
- Advanced asymptotic modelling of lubricant flow
- Modelling of lubricated contacts
- Experimental and numerical modelling of wear mechanisms



**Research topics**

- Topographic effects due to surface finishing processes
- Tribology of combustion engine parts
- Differentiation of tribological processes by nano-scope wear measurement
- Evaluation of model test for advanced friction investigations
- Electrically loaded tribosystems
- Frictional behaviour due to tailored surface modifications
- Tribomaterials for optimised sliding systems

**Research topics**

- Abrasion resistant multi-phase materials
- Corrosion in tribosystems
- Wear mechanisms in electrical contact systems
- Wear mechanisms at high temperature
- Surface damage effects due to cyclic loading
- Tribology of forming applications
- Development of hard coatings by laser cladding



## FORSCHUNGSBEREICH 1

### Schmierstoffe und Grenzflächenmechanismen

Ziel des Forschungsbereichs „Schmierstoffe und Interfacemechanismen“ ist es, das zeitabhängige Schmierstoff- und Kraftstoffverhalten messbar zu machen, zu verstehen und zu beeinflussen, und zwar mit folgenden Forschungsschwerpunkten:

- Verstehen der Schmierstoff- und Kraftstoff-Alterung
- Änderungen der Bulk-Eigenschaften und der Additiv-Oberflächen-Wechselwirkungen während der Anwendung in den relevanten Größenordnungen
  - ▲ Makrobereich: z. B. Schlamm, Ablagerungen
  - ▲ Mikrobereich: z. B. Ruß, Wasser
  - ▲ Kolloider und molekularer Bereich: z. B. Öloxidation, Additiv-Abbau
- Empfehlungen für Schmierstoff- und Kraftstoff-Formulierungen sowie Oberflächen einschließlich neuartiger Technologien, z. B. ionische Flüssigkeiten, Nanopartikel, „grüne“ Schmier- und Kraftstoffe
- Gestaltung zuverlässiger Sensorsysteme für die Öl-zustandsanalyse

Im Rahmen der Grundlagenforschung in den strategischen Projekten werden analytische Methoden im High-End-Bereich entwickelt, welche nachfolgend in den Projekten mit Unternehmenspartner angewandt werden. Z. B. wird ein Orbitrap-Massenspektrometer erfolgreich für die Identifizierung von Alterungsprodukten und -mechanismen eingesetzt. Die Zusammensetzung tribochemischer Reaktionsschichten wird mit der Small-Spot Röntgen-Photoelektronen-Spektrometrie und dem Imaging-Massenspektrometer bestimmt.



#### Research Area Coordinator

Univ.-Prof. Mag. Dr.

**Günter ALLMAIER**

Technische Universität Wien

Analysis of biomolecules and organic compounds in complex matrices, structural analysis, molecular imaging analysis, development of analytical methods and instrumentation, mass spectrometry, lab-on-a-chip and ion mobility spectroscopy

## RESEARCH AREA 1

### Lubricants and Interface Mechanisms

The goal of the research area “Lubricants and Interface Mechanisms” is to measure, understand, and to control lubricant as well as fuel behaviour over time. Consequently, the main research activities are:

- In-depth understanding of lubricant and fuel alteration
- Changes of bulk properties and additive-surface-interactions during application in different scales
  - ▲ macro-scale: e. g., sludge, deposits
  - ▲ micro-scale: e. g., soot, water droplets
  - ▲ colloidal and molecular level: e. g., lubricant oxidation, additive depletion
- Recommending formulations of lubricants, fuels and surfaces, also proposing novel technologies, e. g., ionic liquids, nanoparticles, “green” lubricants and fuels
- Designing reliable oil condition monitoring sensor systems

Fundamental research in strategic projects makes intense use of high-end analytical methods, which are then implemented in the projects with company partners. E. g., an Orbitrap mass spectrometer is successfully applied for the elucidation of lubricant deterioration mechanisms. A small-spot X-ray photoelectron spectrometer and imaging mass spectrometer are used for the characterisation of the composition of tribochemical reaction layers.



#### Research Area Leader

Dipl.-Ing.

**Marcella Patricia FRAUSCHER**

AC2T research GmbH

Lubricant degradation mechanisms, oil condition monitoring using mass spectrometry and sensors, tribochemistry, ionic liquids

### Wälzlagerfette bei hoher Drehzahl

Lebensdauertests können aus sicherheitsrelevanten und wirtschaftlichen Gründen im praktischen Einsatz meist nicht durchgeführt werden. Daher werden bei AC<sup>2</sup>T Schmierfette im Labor bewertet. Um den steigenden Anforderungen nach einem kosteneffizienten und zuverlässigen Betrieb gewährleisten zu können, gewinnt die vorausschauende Wartung zunehmend an Bedeutung. Dies erfordert fundierte Kenntnisse über die Lebensdauer der eingesetzten Schmierstoffe in Abhängigkeit der Betriebsparameter, unter Umständen auch bei kritischen Szenarien, wie z. B. Wassereintritt ins Lager.

Bei hochdrehenden Wälzlagern (z. B. in Hochgeschwindigkeitszügen) ist das Schmierfett eine entscheidende Komponente. Das Versagen eines Wälzlagers kann zu einem folgenschweren Unfall führen. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, den Einfluss der Einsatztemperatur, der aktuellen Belastung sowie der Kontaminationen im Schmierfett (z. B. Wassergehalt) auf die Lebensdauer zu kennen.



Lagerschaden infolge einer Fettschädigung  
Bearing damage due to grease degradation

(Foto: AC<sup>2</sup>T research GmbH)

### Laborbasierte Ermittlung der Lebensdauer

Bei AC<sup>2</sup>T wurde in Zusammenarbeit mit dem Wälzlagerhersteller SKF eine Alterungsmethode für Schmierfette entwickelt, die kritische Betriebsbedingungen, wie Temperatur oder Wassergehalt, auf die Lebensdauer gezielt berücksichtigt. Somit entsteht ein Anwendungsfeld des Schmierfetts, vom dem sich die Lebensdauer unter bestimmten Betriebsbedingungen ableiten lässt. Die laborbasierte Schmierfett-Bewertung erbrachte einen quantitativen Zusammenhang zwischen Wassergehalt, Temperatur und Fettzustand. Hierbei wurde gezeigt, dass der Wassergehalt und erhöhte Einsatztemperaturen ungünstig sind, wobei bereits ein Wassergehalt von unter 1 % die Lebensdauer des Schmierfetts erheblich reduziert.

### Wirkungen und Effekte

Die entwickelte Methode erlaubt durch eine gezielte Variation von z. B. Temperatur und Wassergehalt die Bestimmung der optimalen Betriebsbedingungen. Damit wird die Lebensdauer wesentlich erhöht, ohne die Sicherheit durch Spontanausfälle aufgrund unzureichender Schmierwirkung zu gefährden. Die damit möglichen Wartungsintervalle bewirken eine optimale Nutzung der Anlagenkomponenten und Ressource. Das Wissen des Anwendungsfeldes kombiniert mit Daten aus Online-Sensoren stellt somit eine entscheidende Basis für eine zustandsbasierte und vorausschauende Instandhaltung dar und somit einen wichtigen tribotechnischen Schritt in Richtung Industrie 4.0.

### Rolling bearing greases at high speed

Lifetime prognosis models cannot usually be carried out in practical usage for safety and economic reasons. For this reason, AC<sup>2</sup>T evaluates lubricating greases in the laboratory. Predictive maintenance has become important in order to meet the increasing demands for cost-efficient and environmentally friendly operations. This requires in-depth knowledge of the influence of the operating parameters on the service life of lubricants, including the potential critical scenarios such as water penetration in the bearing.

Grease is a critical component in high-speed rolling bearings (e.g., in high-speed trains). The failure of a bearings can lead to a serious accident. Hence, it is essential to be able to predict the influence of the operating temperature, load and contaminations in the grease (e.g., water content) on its service life.

### Determination of service life in the laboratory

AC<sup>2</sup>T, in cooperation with the bearing manufacturer SKF, has developed an ageing method for lubricating greases that takes into account the critical operating conditions, such as temperature or water content, over the service life. This results in a range of operation for the lubricating grease from which the service life under certain operating conditions can be derived. The laboratory-based assessment of greases revealed quantitative relationships between water content, temperature and grease degradation. Thereby, it turned out that the water content and elevated operating temperatures are unfavourable. It could be shown that even water contents below 1 wt% may reduce grease life time.

### Impacts and effects

The developed method allows the determination of optimal operating conditions by a targeted variation of parameters such as temperature and water content. Thereby the service life can be substantially increased without endangering the safety by spontaneous failures due to lubrication starvation. The predictive maintenance intervals made possible by this method ensure optimum use of the system components and resources. The knowledge of the field of application combined with the ageing method also paves the way towards online sensors as decisive basis for condition-based and predictive maintenance and thus, is an important step towards Industry 4.0.

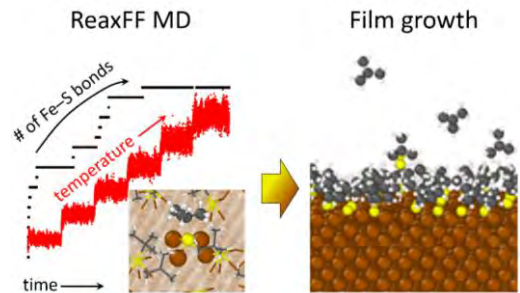
## Highlighted publications

### Reactive Molecular Dynamics Simulations of Thermal Film Growth from Di-tert-butyl Disulfide on an Fe(100) surface

K. Mohammadtabar, S.J. Eder, P. O. Bedolla, N. Dörr, A. Martini

Langmuir 34 (2018) 15681–15688

Iron sulfide films are present in many applications, including lubricated interfaces where protective films are formed through the reactions of lubricant additive molecules with steel surfaces during operation. Such films are critical to the efficiency and useful lifetime of moving components. However, the mechanisms by which films form are still poorly understood. To address this, we explore the thermal contribution to film formation of di-tert-butyl disulfide – an important extreme pressure additive – on an iron surface using reactive molecular dynamics simulations, where the reactive potential parameters are validated by comparison to ab initio calculations. The reaction pathway leading to the formation of iron sulfide surfaces is characterized using the reactive simulations. Then, the film formation process is mimicked by simulations where di-tert-butyl disulfide molecules are cyclically added to the surface and subjected to temperatures comparable to those expected due to frictional heating. The use of a reactive empirical potential is a novel approach to modelling the iterative nature of thermal film growth with realistic lubricant additive molecules.

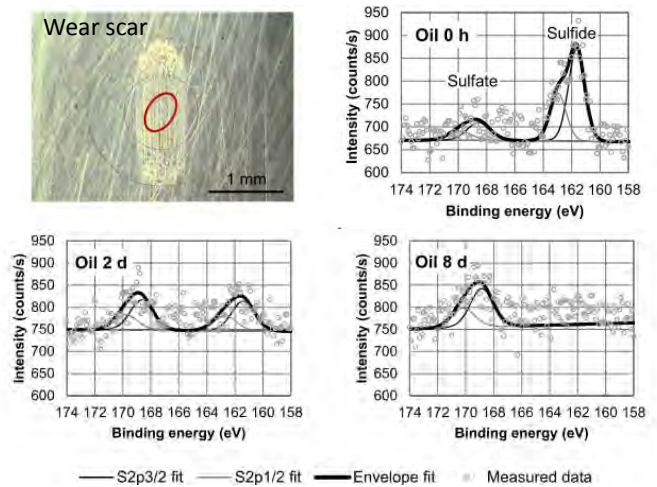


### Correlation between Engine Oil Degradation, Tribochemistry, and Tribological Behaviour with Focus on ZDDP Deterioration

N. Dörr, J. Brenner, A. Ristić, B. Ronai, Ch. Besser, V. Pejaković, M. Frauscher

Tribology Letters 62:67 (2019)

This work aimed to bridge the gap between engine oil degradation, in particular zinc dialkyl dithiophosphate (ZDDP) deterioration, its effect on tribofilm formation, and its eventual impact on friction and wear. Artificial oil alteration of a commercial engine oil SAE 0W-20 was used to produce a series of altered oils that were subjected to high resolution mass spectrometry. It was found that ZDDP was depleted at an early stage of alteration by the replacement of its sulphur atoms by oxygen atoms and the release of the alkyl side chains. As final products of ZDDP deterioration, sulfuric and phosphoric acid were identified. Selected oils were subjected to tribometrical experiments. ZDDP concentration as well as the type and abundance of ZDDP degradation products in the oils directly influenced tribofilm formation and consequently friction and wear. However, the superior tribological performance of the fresh engine oil could not be regained with any of the artificially altered oils. X-ray photoelectron spectroscopy revealed that sulphur occurred mainly in sulfide state in the tribofilm formed. With increasing degree of oil degradation, the sulfate state became more dominant. By trend, the amounts of sulphur, phosphorus, zinc and calcium declined with increasing degree of oil degradation, indicating that tribofilm formation had become increasingly difficult.

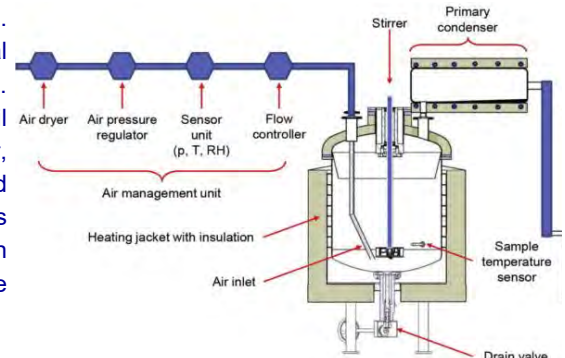


### Generation of engine oils with defined degree of degradation by means of a large scale artificial alteration method

C. Besser, A. Agocs, B. Ronai, A. Ristić, M. Repka, E. Janke, C. McAleese, N. Dörr

Tribology International 132 (2019) 39–49

A novel artificial alteration method was developed to generate altered engine oils with defined degradation degree in large amounts. The final oil condition was selected based on a field study of used oils from conventional passenger cars. Comparison with a standardised small scale method was performed. Oil condition was regularly monitored throughout the artificial alterations by conventional and advanced analytical methods. Generally, very good comparability regarding conventional oil parameters, i.e., additive depletion, acidity, total base number, elements, and water, was found between small scale, large scale and field test. It was demonstrated that advanced analytical methods helped to overcome shortcomings of conventional condition monitoring by providing knowledge on degradation products on the molecular level, in particular those from anti-wear additive.



## FORSCHUNGSBEREICH 2

### Verschleißprozesse & Verschleißschutz

Der Fokus des Forschungsbereiches liegt auf dem Verstehen und Beherrschen von Verschleißmechanismen in technischen Systemen. Art und Ausmaß des Verschleißes werden durch verschiedene Parameter, wie z. B. Belastungssituation, Umgebungsbedingungen und verwendete Werkstoffe, maßgeblich beeinflusst. Bei der Analyse und Beurteilung des tribotechnischen Systemverhaltens werden die mechanische Beanspruchung und thermische bzw. chemische Umgebungsbedingungen einbezogen. Analysen werden an verschiedenen Werkstoffgruppen, wie z. B. Metallen, Keramiken und Kunststoffen, durchgeführt.

Mit hochauflösenden analytischen Techniken wird die Frühschädigung von Oberflächen bzw. oberflächennahen Bereichen tribologisch beanspruchter Komponenten untersucht, um ein Grundverständnis zu den Verschleißmechanismen zu erhalten.

Die im Labormaßstab realisierte experimentelle Simulation der Verschleißmechanismen ermöglichen, Verständnis betreffend dem Versagensablauf aufzubauen und in weiterer Folge Abhilfemaßnahmen für die Praxis abzuleiten. Theoretische Ansätze werden durch die wissenschaftliche Interpretation der Experimente untermauert, und sind die Grundlage für die Erstellung von Verschleißalgorithmen.

Wesentliche Zielstellungen sind die technologische Herstellung von verschleißfesten Werkstoffen und Beschichtungen (insbesondere mittels der AC<sup>2</sup>T-High-Power-Direkt-Diodenlaser Technologie) und die bestmöglichen Auslegung und Verschleißvorhersage von Werkstoffen auf Basis von Werkstoffeinsatzkarten für spezifische Praxisanwendungen.



#### Research Area Coordinator

Univ.-Prof. Dr.-Ing.

**Carsten GACHOT**

Technische Universität Wien,  
Institute of Construction Science and Logistics Engineering

Tribology of multiphase materials, mechanics of solids, microstructural analysis, nanomaterials

## RESEARCH AREA 2

### Wear Processes & Protection



The research area focuses on the detailed understanding and controlling of the wear processes in technically relevant systems. The wear mechanism and wear rate is influenced by several parameters, such as loading situation, environmental conditions and the materials operating within the tribological systems. Therefore, the aim is to investigate the impact of wear on materials including thermal and/or chemical environmental conditions. Investigations are performed on a wide range of materials such as metals, ceramics, polymers and hard coatings.

For a detailed understanding of the wear processes, very early near-surface damage is investigated using advanced analytical tools in order to develop a comprehensive understanding of surface damage mechanisms.

The experimental investigations of the wear mechanisms on a laboratory scale are able to reproduce real field conditions of wear mechanisms and contribute to the development of fundamental knowledge and cost-effective solutions to current industrial challenges. The scientific interpretation of experiments strengthens the theoretical approach and serves as the basis for formulation of wear algorithms.

Major research goals are the technological development of wear resistant materials and coatings for specific applications and harsh environments (especially using AC<sup>2</sup>T high-power-direct-diode-laser technology), and the best possible design and wear prediction of materials by the help of wear maps for specific practical applications.



#### Research Area Leader

Dr.-Ing.

**Manel RODRIGUEZ RIPOLL**

AC2T research GmbH

Tribology of forming processes, surface engineering, wear resistant coatings and materials, high temperature tribology

### AC<sup>2</sup>T begleitet voestalpine in Texas

Seit 2016 betreibt die voestalpine in Corpus Christi (USA) eine Direktreduktionsanlage. Bei der Direktreduktion von Eisenerz wird mit einem wasserstoffreichen Reduktionsgas aus Erdgas in einem Gegenstromreaktor aus Eisenerzpellets Eisenschwamm (Direct Reduced Iron) und in der Folge Brikettes (Hot Briquetted Iron) hergestellt. Der Transport der Rohstoffe und der Produkte spielt beim effizienten Betrieb der Anlage eine wesentliche Rolle. Werden die Rohstoffe über Förderbänder und Umlenkstellen einige Kilometer weit transportiert, so sind diese Komponenten hohem Verschleißangriff ausgesetzt, was zu erheblichen Kosten der Anlageninstandhaltung führt.

Die Brikettierung des reduzierten Eisenschwamms ist aus tribologischer Sicht eine Herausforderung. An den Werkzeugoberflächen treten hohe Drücke und hohe Temperaturen auf, welche einerseits zum erhöhten Verschleißabtrag, andererseits aber auch zur thermischen Oberflächenermüdung führen und so die Lebensdauer dieser Komponenten verringern. Im Rahmen der Zusammenarbeit wurde ein Netzwerk mit Technologiepartnern etabliert. Durch Einbeziehung deren Expertise bei Fördergurten (Semperit), Abstreifersystemen (Wanggo), Verschleißkeramiken (Kalenborn) und Schmierstoffanwendungen (Bechem) wird an Lösungen für einen kostengünstigeren Anlagenbetrieb geforscht. Durch die Vernetzung von Partnern über die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur Produktion wurde ein integriertes tribotechnisches Anlagendesign erreicht.

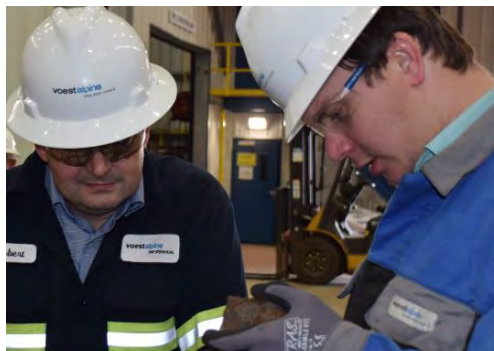
#### Wirkungen und Effekte

Der Wissenstransfer in der Forschungszusammenarbeit ermöglichte eine fokussierte Anlagenverbesserung an prozesskritischen Komponenten. Eine deutliche Lebensdauersteigerung der Komponenten und Verschleißteile ermöglicht eine deutliche Kosteneinsparung im Betrieb. Aktuelle Forschungsfragen umfassen folgende Themen:

- Verschleißgünstige Auslegung von Transportsystemen, wie Förderbänder und Übergabestellen
- Verschleißbetrachtung in der Brikettiereinheit und deren Möglichkeiten zur Lebensdauersteigerung

Die Sensorintegration in kritische Anlagenkomponenten wird in Zukunft die Detektion des aktuellen „Gesundheitszustandes“ ermöglichen und stellt die Basis einer zustandsbasierten und vorausschauenden Instandhaltung im Rahmen von Industrie 4.0 dar.

**Vor-Ort-Verschleiß-Befundung an realen Komponenten**  
**On-site wear assessment of real components**  
 (Foto: AC<sup>2</sup>T research GmbH)



### AC<sup>2</sup>T accompanies voestalpine in Texas

Voestalpine is operating a production plant for direct reduction in Corpus Christi (USA) since 2016. In the direct reduction of iron ore a hydrogen-rich reduction gas of natural gas is used in a counter flow reactor to produce iron ore pellets from iron sponge (direct reduced iron) and subsequently briquettes (hot briquetted iron). The transport of raw materials and products plays an important role in the efficient operation of the plant. When using conveyor belts and transfer points to transport raw materials for distances in the order of few kilometres, these components are exposed to heavy wear attack, resulting in considerable maintenance costs.

The briquetting of the reduced sponge iron into transportable cargo is a challenge from a tribological point of view. In addition to high pressures, high temperatures also occur on the tool surfaces, which on the one hand leads to increased wear removal and on the other hand to thermal surface fatigue and thus, reduce the service life of these components. In the course of the cooperation with voestalpine, a network of technology partners has been established. Cost-effective solutions for plant operations are being researched by incorporating their expertise concerning conveyor belts (Semperit), scraper systems (Wanggo), wear-resistant ceramics (Kalenborn), and lubricant applications (Bechem). Through this networking of all partners along the entire value chain up to production, an integrated tribotechnical plant design could be achieved.

#### Impacts and effects

The knowledge transfer within the research cooperation enabled a focused improvement of process-critical components in the plant. A significant increase in the service life of the components and wear parts ensures significant cost savings in operation. Main topics of current research interest are:

- Wear-resistant design of transport systems such as conveyor belts and transfer points
- Wear assessment in the briquetting unit and its possibilities for increasing the service life

Sensor integration into critical plant components will facilitate the instantaneous detection of ‘state of health’ and forms the basis for predictive maintenance in the framework of industry 4.0.

## Highlighted publications

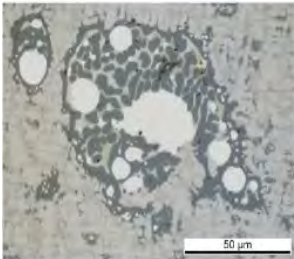
### Self-lubricating laser claddings for friction control during press hardening of Al-Si-coated boron steel

H. Torres, M. Rodríguez Ripoll, B. Prakash

*Journal of Materials Processing Technology* 269 (2019) 79-90

In recent years, the use of Al/Si coatings to protect the work piece has become widespread in metal forming applications performed at high temperatures like hot stamping. Due to this, detrimental mechanisms affecting the quality of the finished product like scale formation or decarburisation can be avoided. However, the formation of Al-Fe intermetallics due to diffusion at high temperature can lead to extreme contact conditions between the tool and the work piece, including the onset of severe adhesion to the tool which can damage the final product. In order to alleviate this situation, the use of self-lubricating coatings will be considered in order to decrease friction and material transfer. To this end, the high temperature contact between the coatings and Al-Si-treated boron steel will be simulated in laboratory-scale using two different testing configurations featuring an open and a closed tribosystem. The role of the heating procedure experienced by Al-Si-coated boron steel prior to testing will be also considered, as it can lead to protective layers with different microstructures.

Self-lubricating coatings

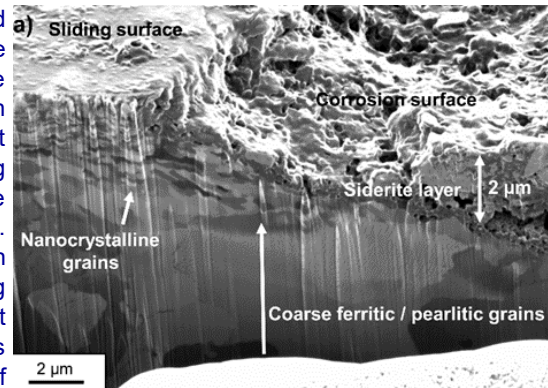


### Interaction between iron oxides and iron carbonates during running-in of C-steel tubings in CO<sub>2</sub> corrosive environment

M. Rodríguez Ripoll, A. Trausmuth, E. Badisch

*Wear* 426-427 (2019) 1446-1456

The present study investigates the running-in behaviour of low alloyed C-steel tubings in NaCl brine under CO<sub>2</sub> corrosive environment. These corrosion conditions are those typically found in the oil industry. The corrosion of C-steel in CO<sub>2</sub> environment leads to the formation of an iron carbonate scale. This scale determines the frictional behaviour at the interface between tubing and coupling. However, the tubing surface can contain iron oxides, either as a consequence of the production process or due to the presence of O<sub>2</sub> in the environment. The role of iron oxides is addressed by investigating the running-in behaviour. The influence of iron carbonates is addressed by performing additional tests in distilled water under N<sub>2</sub> environment. The result shows that the interaction between iron oxides and carbonates determines the running-in behaviour of the tubings. The presence of iron oxides impairs the lubricious properties of the iron carbonate scale. This causes an increase in shear stresses at the sliding interface, as evidenced by the severe plastic deformation of the substrate. As a consequence, the presence of iron oxides during running-in leads to a transition from mild to severe wear.

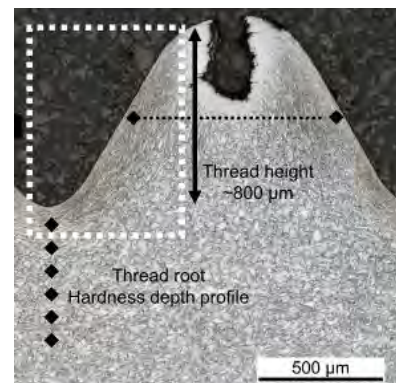


### Performance of nanolubricants containing MoS<sub>2</sub> nanotubes during form tapping of zinc-coated automotive components

M. Rodríguez Ripoll, A. Tomala, V. Totolin, M. Remškar

*Journal of Manufacturing Processes* 39 (2019) 167-180

MoS<sub>2</sub> nanotubes are known for their superb low frictional, anti-wear and extreme pressure properties and have shown a promising performance in many machining and forming applications. However, their interfacial interaction with zinc-coated components commonly used in automotive applications and their synergisms and antagonisms with currently used additives in forming oils are two crucial aspects. The assessment of these synergies is of importance for developing future nanofluid minimum quantity lubrication formulations, since despite their extraordinary performance, MoS<sub>2</sub> nanotubes are not able to fulfil all the roles expected from a forming oil. To this end, this work aims to investigate the performance of MoS<sub>2</sub>-based nanolubricants in combination with representative forming oil additives. The threads are performed using a form tapping unit with customized data acquisition on zinc-coated steel, as a representative part in automotive applications. The performance of the nanolubricants is thoroughly investigated using advanced analytic methods with the aim of revealing the underlying interface interaction mechanisms for the observed torque behaviour and resulting thread morphology and subsurface hardness. The results show that MoS<sub>2</sub> nanotubes are able to interact and form a tribofilm in Zn coated surfaces that leads to a superb friction performance. In combination with oil additives, MoS<sub>2</sub> based nanolubricants have a particularly positive synergy with extreme pressure additives in terms of friction reduction, subsurface hardening and thread morphology. On contrary, the lowest synergy is achieved in the presence of dispersants, leading to higher torques during form tapping and higher sub-surface hardness in the formed threads.





**FORSCHUNGSBEREICH 3**

**RESEARCH AREA 3**

**Reibflächenphänomene und Tribodiagnose**

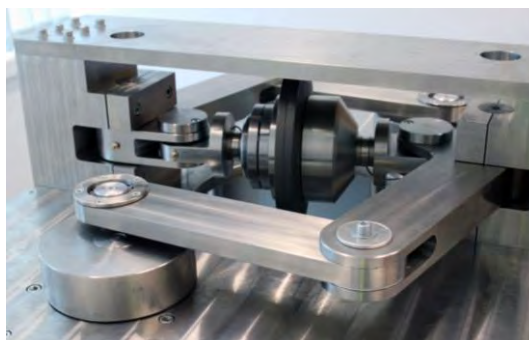
**Friction Surface Phenomena & Tribodiagnostic**

Das makroskopische Verhalten eines Tribosystems wird durch mikroskopische Prozesse an den beanspruchten Oberflächen bestimmt. Strukturelle und chemische Veränderungen beeinflussen maßgeblich den Verschleiß, im Speziellen den Materialabtrag. Die Erfassung dieser Vorgänge benötigt geeignete Methoden, welche einen Einblick in die veränderlichen Prozesse während des Einsatzes des betreffenden Tribosystems geben. Das Verständnis über die mikrotribologischen Vorgänge ist die Grundlage für die Optimierung von Tribosystemen.

The macroscopic behaviour of a tribosystem is determined by microscopic processes at the tribologically stressed surfaces. Structural and chemical changes influence the wear of the bodies in contact, especially concerning the removal of material. In-depth understanding of these processes requires suitable methods, permitting the observation of the tribological process in progress. Ultimately, understanding of the tribological process at a microscopic level contributes to the design of optimal tribosystems.

Die Schwerpunkte des Forschungsbereiches liegen in der Entwicklung neuer Messmethoden, sowohl für Modellsysteme als auch für reale Anwendungen, sowie in der Optimierung von Tribosystemen in einer Vielzahl von Anwendungen. Als eine der Herausforderungen zeigt sich dabei die Übertragbarkeit von Informationen zwischen Modell- und Praxisanwendung, z. B. zufolge der abstrahierenden Übertragung eines konkreten Tribosystems in ein Labormodell.

Consequently, the main activities of the research area are the development of novel diagnostic techniques applied to both model systems in the laboratory and practical tribosystems, as well as the optimisation of tribosystems for a variety of applications. A major challenge is the applicability of results from laboratory tests to real tribosystems and vice versa, i. e., the construction of a suitable laboratory model for a practical tribosystem.



*Hochlast-Gleitlager-Teststand mit dynamischer Belastungsänderung über den Schwenkwinkel (Gleitweg); Anwendungsbeispiel: Gleitlager in Kniehebel-Aktuatoren*  
*High-load plain bearing test rig with dynamic load change via the swivel angle (sliding path); application example: plain bearing in knee lever actuator*

Results obtained with these diagnostic methods are combined with results and knowledge from chemistry, materials science, mechanical engineering and numerical modelling to obtain a holistic view.

Die Ergebnisse aus den angewandten diagnostischen Verfahren werden mit den Erkenntnissen der Chemie, der Werkstoffwissenschaft, des Maschinenbaus und auch der numerischen Modellierung für das Gesamtbild kombiniert.



**Research Area Coordinator**

Ao. Univ.-Prof. i. R. Dr.

**Herbert STÖRI**

Technische Universität Wien

Plasma physics, surface treatment, chemical analysis, characterisation of surfaces, electron spectroscopy, tribology

**Research Area Leader**

Dipl.-Ing. Dr. mont.

**Ulrike CIHAK-BAYR**

AC2T research GmbH



Tribometry, friction and nano wear measurement, surface and topography analysis, development of measurement principles

### Mit High-Power-Laser-Schichten zum effizienten Spritzgießen der Zukunft

Kunststoffe der Zukunft sorgen für stark steigende Beanspruchung bei Maschinenkomponenten. Eine neuartige Beschichtung schützt die Stahloberflächen, genau dort, wo es notwendig ist.

Kunststoffe werden aufgrund ihrer einzigartigen technischen Eigenschaften in immer mehr Anwendungen eingesetzt. Um die höheren Anforderungen hinsichtlich Festigkeit und Verschleißbeständigkeit zu erfüllen, werden Füllstoffe, wie z. B. Glasfasern, dem Kunststoff beigemischt. Dies führt dazu, dass die kunststoffverarbeitenden Maschinen deutlich höheren Beanspruchungen ausgesetzt sind, was zu höherem Verschleiß führt. Den auf dem Markt höchsten Verschleißschutz bieten derzeit Hartmetalle, die das einzige Mittel sind, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Diese Lösung ist jedoch mit erheblichen Mehrkosten verbunden und ist bei der Werkzeugherstellung technisch schwierig umzusetzen.

In Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Wittmann-Battenfeld, einen der führenden Hersteller von Spritzgussanlagen, und dem Wissenschaftspartner TU Wien, wurde eine Werkstoffmodifikation erarbeitet, welche der erhöhten Beanspruchung durch diese neuartigen Kunststoffe widersteht. Da nur wenige Zonen in der Spritzgussanlage betroffen sind, wurden spezielle – lokal aufgebrachte – Oberflächenschutzmaßnahmen entwickelt.

#### Wirkungen und Effekte

Mit dem Hochleistungslaser bei AC<sup>2</sup>T wurden neue Verschleißschutzschichten entwickelt und auf Komponenten der Spritzgießeinheit appliziert. Durch die speziellen tribologischen Eigenschaften der Beschichtungswerkstoffe wurde die Performance der als Benchmark anzusehenden Hartmetallausführung deutlich übertroffen.

Mit dem Hochleistungslaserbeschichten ist somit eine Lösung für industrielle Einsatzfälle verfügbar, die bei geringeren Herstellungskosten die geforderten Standzeiten der Werkzeuge wesentlich erhöht. Das Beschichtungsverfahren wird derzeit bei Wittmann-Battenfeld in den Serienprozess übergeführt.

### High-Power-Laser coatings for efficient injection moulding of the future

Polymers of the future lead to a sharp increase in stress of machine components. A new coating protects the steel surfaces, precisely where it is necessary.

Plastics are being used increasingly in practical applications due to their unique technical properties. Fillers such as glass fibres are added to the plastic in order to meet the higher requirements in terms of strength and wear resistance. However, this exposes machines processing plastic to significantly higher stresses, which in turn leads to higher wear. The currently available solution for highest wear protection on the market is offered only by hard metals. However, this solution is associated with considerable additional costs and is technically difficult to implement in tool manufacture.

In cooperation with the industrial partner Wittmann-Battenfeld, one of the leading manufacturers of injection moulding machines, and the scientific partner TU Wien, a solution was developed which resists the increased stress caused by these novel plastics. Since only specific zones in the injection moulding plant are affected, special surface protective measures to be applied locally were developed.

#### Impact and effects

With the high-power laser at AC<sup>2</sup>T, new wear protective coatings were developed and applied to components of the injection moulding unit. Due to the special tribological properties of the coating materials, the performance of the hard metal version, which can be regarded as the benchmark, was clearly exceeded.

High-performance laser coating provides an industry-ready solution that significantly increases the tool life while reducing manufacturing costs. Wittmann-Battenfeld is currently adapting the developed technology into series production.



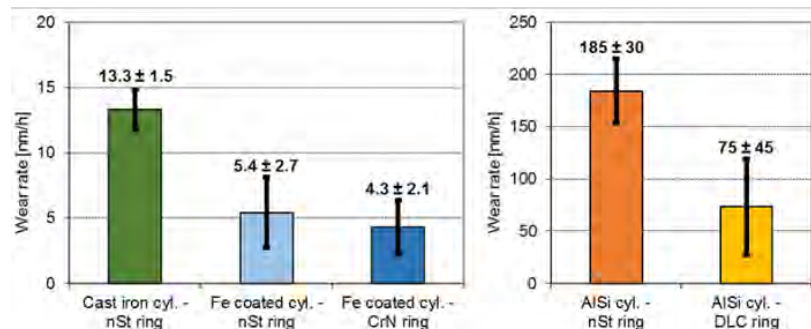
**Plastifiziereinheit einer Spritzgussmaschine**  
**Plasticizing unit of an injection moulding machine**  
(Foto: Wittmann-Battenfeld GmbH)

## Highlighted publications

### Wear of different material pairings for the cylinder liner – piston ring contact

T. Wopelka, U. Cihak-Bayr, C. Lenauer, F. Ditrói, S. Takács, J. Sequard-Base, M. Jech

Industrial Lubrication & Tribology 70/4 (2018) 687-699



The goal is to investigate the wear behaviour of different materials for cylinder liners and piston rings in a linear reciprocating tribometer with special focus on the wear of the cylinder liner in the boundary lubrication regime. Conventional nitrided steel, as well as DLC and CrN coated piston rings, were tested against cast iron, AISi, and Fe-coated AISi cylinder liners. The experiments were carried out

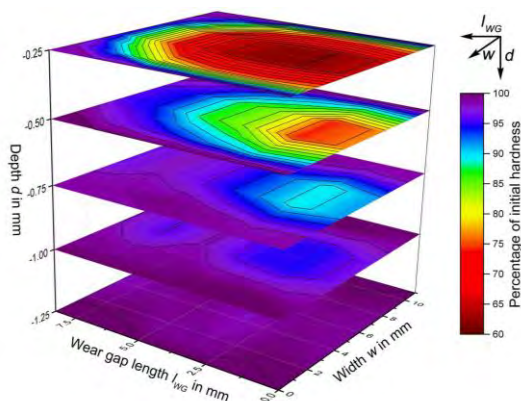
with samples produced from original engine parts to have the original surface topography available. Radioactive tracer isotopes were used to measure cylinder liner wear continuously, enabling separation of running-in and steady-state wear. A ranking of the material pairings with respect to wear behaviour of the cylinder liner was found. Post-test inspection of the cylinder samples by scanning electron microscopy (SEM) revealed differences in the wear mechanisms for the different material combinations. The results show that the running-in and steady-state wear of the liners can be reduced by choosing the appropriate material for the piston ring. The use of original engine parts in a closely controlled tribometer environment under realistic loading conditions, in conjunction with continuous and highly sensitive wear measurement methods and a detailed SEM analysis of the wear mechanisms, forms an intermediate step between engine testing and laboratory environment testing.

### Abrasive/erosive wear on MMCs in plastic moulds as a function of volumetric flow rates and glass fibre distribution

A. Blutmager, M. Varga, T. Schmidt, A. Pock, W. Friesenbichler

Polym Eng Sci, 59 (2019) 302-311

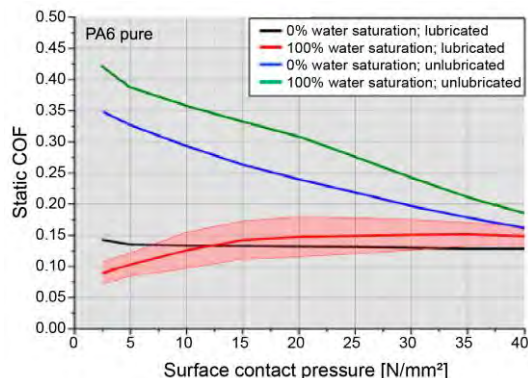
In injection molding wear of components is pronounced in positions with high flow rates of melt. The platelet-wear-test is an established method for comparative assessment of wear resistance of tool materials in such regimes. Within this study three metal matrix composites: two hard metals and one powder metallurgical steel were investigated. Results show non-linear wear rates with increasing amount of plastic melt processed. The reasons were found in the viscous dissipation, which is based on high volumetric flow rates and the small wear gap, leading to a temperature rise, which are detrimental especially for the PM-steel. Analysis of the processed glass fiber-filled polymer showed dramatic decrease of fiber length due to the processing through the wear gap. This entails a high amount of free fiber ends, resulting in higher load for the surfaces through micro chipping.



### Static and Dynamic Friction of Pure and Friction-Modified PA6 Polymers in Contact with Steel Surfaces: Influence of Surface Roughness and Environmental Conditions

J. Voyer, S. Klien, I. Velkavrh, F. Ausserer, A. Diem

Lubricants 7/2 (2019) 17



In the present study, PA6 polymers with and without solid lubricant inclusions were investigated against S1100QL steel surfaces that had different surface roughness values – a very high surface roughness ( $R_z \sim 40 \mu\text{m}$ ) and a low surface roughness ( $R_z \sim 5 \mu\text{m}$ ). Static and dynamic friction coefficients were analysed under a series of nominal contact pressures (2.5 to 40 N/mm<sup>2</sup>) considering the influences of polymer, water saturation, temperature, counter body surface roughness, and lubrication. Mechanisms for the observed influences of the respective parameters are provided and are interpreted from the view of the adhesive and deformation contributions to the friction force.



**FORSCHUNGSBEREICH 4**

**RESEARCH AREA 4**

**Numerische und experimentelle Simulation**

**Computation & Experimental Simulation**

Tribologische Prozesse, wie z. B. Reibung und Verschleiß, finden auf unterschiedlichen Zeit- und Längenskalen statt. Daher sind tribologische Systeme in einer skalenübergreifenden Art und Weise umfassend zu beschreiben, und zwar durch entsprechende Kopplung verschiedener, auf ihrer jeweiligen Größenskala präzisen Methoden, beginnend bei der (sub-)atomaren bis zur makroskopischen Ebene.

Tribological processes, e.g., friction and wear, are inherently multiscale phenomena, i.e., hierarchical in length and time. Therefore tribological systems will be modelled only in a multiscale manner, namely by coupling different computational methods which are highly accurate on their typical scales. This represents the only practicable approach to model tribological processes by accounting for all multi-scale and multi-disciplinary aspects.

Über den gegenwärtigen wissenschaftlichen Stand hinausgehende theoretische und numerische Aktivitäten führen sowohl im Bereich der Tribologie als auch in verwandten Gebieten zu neuen Erkenntnissen.

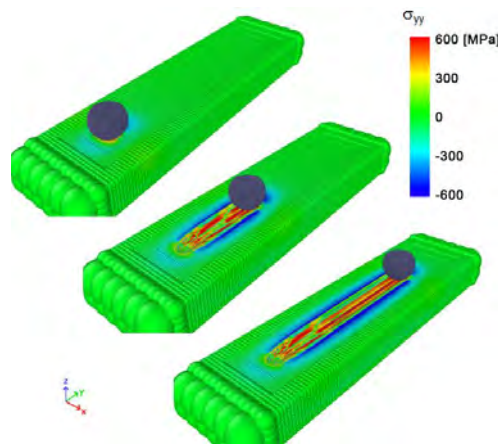
Advanced theoretical/numerical activities yield novel insights and findings, which in turn will further promote other closely related scientific and technological developments.

Der Forschungsbereich unterstützt alle Forschungsvorhaben bei AC<sup>2</sup>T in Hinblick auf den Einsatz Computer-gestützter Methoden durch Entwicklung von entsprechenden Algorithmen und Zurverfügungstellung von adäquaten Softwaretools.

The research area also supports all research projects at AC<sup>2</sup>T with regard to the use of computer-aided methods by providing adequate numerical algorithms, and software tools.

Die in den Mutterdisziplinen anerkannten Techniken und Werkzeuge werden kreativ kombiniert und spezifisch für den Einsatz in der Tribologie weiterentwickelt, um alle Aspekte der Skalenhierarchie abzubilden. Somit ist das Ziel des Forschungsbereiches, die mit den einzelnen Skalen verbundenen Methoden zu vereinen und damit das Forschungsgebiet der Computer-unterstützten Multiskalen-Tribologie zu erweitern.

Approaches and methods well-established in the mother disciplines are creatively adopted and extended to understand important tribological mechanisms. In particular, different techniques, which are deemed as appropriate on a specific scale, are combined into new schemes to cover all hierarchical aspects of the various processes involved. Finally, it is the goal of this research area to bridge the gap between the relevant scales and thus to expand the research field of computer-aided multiscale Tribology.



*Ritztest Simulation  
Scratch test simulation*



**Research Area Coordinator**

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.

**András VERNES**

AC<sup>2</sup>T research GmbH

Theoretical solid-state physics, relativistic quantum mechanics, statistical transport theories, magnetism, electrodynamics, modelling and simulation of tribological contacts



**Research Area Leader**

Dr. mont.

**Markus VARGA** MSc

AC<sup>2</sup>T research GmbH

High temperature tribology, numerical and experimental modelling and simulation of abrasion, tribology and maintenance in manufacturing

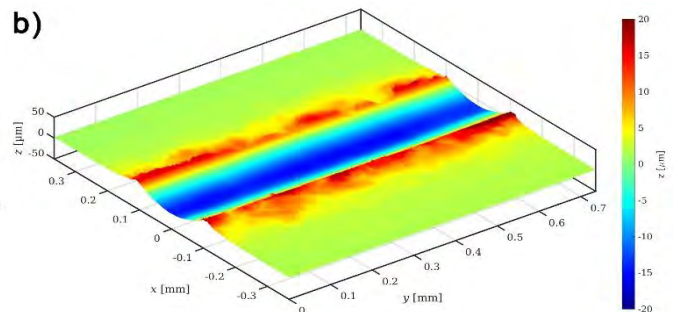
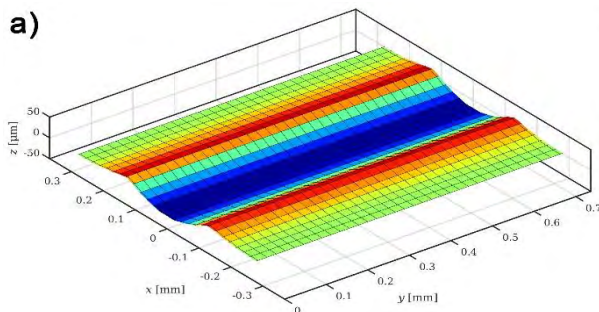
## Der „Digitale Werkstoff“ im Verschleißschutz

Eigenschaften verschleißbelasteter Komponenten unter extremen Einsatzbedingungen sind kaum zu erfassen. Mittels einer entwickelten Simulationemethode werden die Werkstoffverhalten aus einem virtuellen Modell-Ritzversuch realitätsnah bestimmt.

Abrasierer Verschleiß, d. h. mechanische Beanspruchung von Oberflächen durch harte Gegenkörper, wie Sand oder mineralische Rohstoffe, ist ein entscheidender Faktor für die Lebensdauer von Industrieanlagen. Der Verschleiß wird unter extremen Umgebungsbedingungen, wie hohen Temperaturen in einem Ofen, noch deutlich beschleunigt. Ziel der Forschung war die Erarbeitung eines effizienten Werkstoffauswahlverfahrens für derart beanspruchte Komponenten.

AC<sup>2</sup>T steht ein Ritztest-Laborgerät zur Verfügung, das eine Temperatur bis 1.000°C ermöglicht. Damit werden Werkstoffeigenschaften unter Hochtemperatur-Einsatzbedingungen ermittelt.

Ergänzend wurde ein Simulationsmodell entwickelt, das die numerische Nachbildung dieses physikalischen Experiments ermöglicht. Im Unterschied zur Finite-Elemente Simulation erlaubt die eingesetzte netzfreie Methode große Deformationen zu berücksichtigen. Mit der Simulation wird unter verschiedenen Einsatz- und Umgebungsbedingungen der Verschleißwiderstand der Oberfläche ermittelt, ohne ein physikalisches Experiment durchzuführen.



Topographie eines Ritzversuches: Vergleich der numerischen Simulation (a) mit dem Experiment (b)

Topography of a scratch experiment: Comparing numerical simulation (a) and experiment (b)

(Foto: AC<sup>2</sup>T research GmbH)

## Wirkungen und Effekte

Ein Experiment bei möglichst Realsystem-nahen Bedingungen stellt die Basis dar, um das Materialmodell der Simulation hinreichend genau anzupassen. In der Simulation können dann verschiedene Auswirkungen von Prozesseinstellungen, wie höhere Temperaturen oder Produktionsgeschwindigkeiten, auf die Ritz- und somit Verschleißempfindlichkeit untersucht werden. Dieses Tool ermöglicht es z. B., ein optimales Prozessfenster für die Fertigung von heißgewalzten Stahlprodukten zu ermitteln. Damit werden Schädigungen am Produkt minimiert und die Produktqualität erhöht.

## “Digital Material” protecting against wear

Properties of wear effected components under extreme conditions are scarcely documented. The material behaviour can be realistically determined from a virtual model scratch test, thanks to a newly developed simulation method.

Abrasive wear, i.e., mechanical stress on surfaces by hard counter bodies such as sand or other materials, is a decisive factor for the service life of industrial plants. Under extreme environmental conditions, such as high temperatures in a furnace, wear is considerably accelerated. The aim of the research was to develop an efficient material selection process for components under extreme conditions.

AC<sup>2</sup>T has a scratch test rig that can work with a temperature up to 1000°C. Thus, material properties under high-temperature operating conditions can be determined.

Based on this experiment, a simulation model has been developed which allows the numerical simulation of this physical experiment. In contrast to finite element simulations, the used mesh-free method allows large deformations to be taken into account. The simulation is now used to determine the wear resistance of the surface under a wide variety of operating and environmental conditions without having to carry out physical experiments.

## Impacts and Effects

An experiment under conditions as close as possible to the real system is the basis for fine-tuning the material model of the simulation. In the simulation, various effects of process parameters, such as higher temperatures or production speeds, on scratch sensitivity and thus wear sensitivity can then be investigated. This tool makes it possible to determine an optimal process window for processes such as the production of hot-rolled steel products. This minimizes damage to the product and increases product quality.

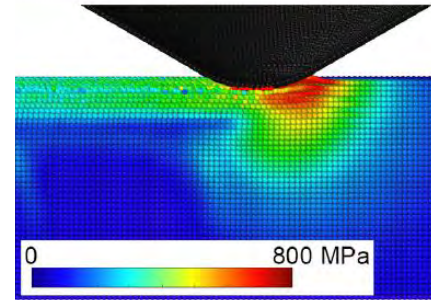
## Highlighted publications

### Influence of velocity on high-temperature fundamental abrasive contact: A numerical and experimental approach

M. Varga, S. Leroch, S.J. Eder, H. Rojacz, M. Rodríguez Ripoll

*Wear* 426–427 (2019) 370–377

In some forming applications, hot steel components leave the rolling train with speeds ranging from 1 to 10 m/s, sliding against fixed components. Scratching of the surface is often inevitable, especially in presence of hard oxides. The experimental assessment of this tribosystem is highly challenging since scratch experiments are typically carried out at velocities two or even three orders of magnitude slower. The severe discrepancy between strain rates in laboratory and field application poses serious concerns in the transferability of the obtained results. To cover the high-speed range of the application, experimental high-temperature tests were combined with numerical high-temperature scratch simulations on ferrite at various scratching velocities. A strain-rate dependent material model was used and parameterized to fit uniaxial tensile tests at 800°C. Material point method simulations using the open-source particle code LAMMPS confirmed the trends found with experimental scratch data. According to the numerical simulations, the velocity effect on the scratch depth is reduced with increasing velocity. A remarkable velocity effect was also identified experimentally in the range of 0.2 mm/s – 10 mm/s with up to 50 % less scratch depth at higher velocities.

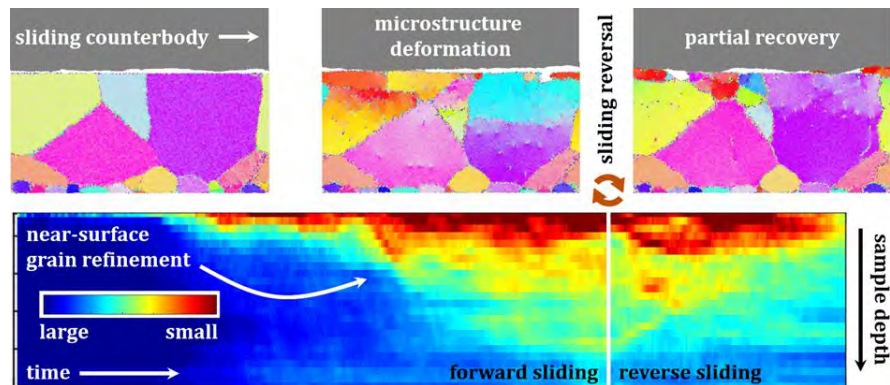


### Interfacial Microstructure Evolution Due to Strain Path Changes in Sliding Contacts

S.J. Eder, U. Cihak-Bayr, C. Gachot, M. Rodríguez Ripoll

*ACS Appl. Mater. Interfaces* 10 (2018) 24288–24301

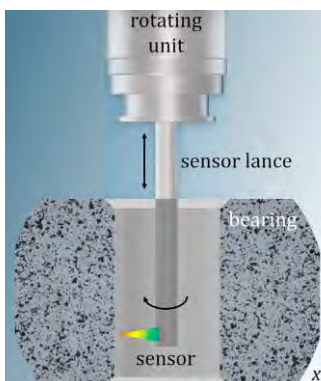
Large-scale molecular dynamics (MD) simulations were performed to study the transient softening stage that has been observed experimentally in sliding interfaces subject to strain path changes. The occurrence of this effect can be of crucial importance for the energy efficiency and wear resistance of systems that experience changes in the sliding direction, such as bearings or gears in wind parks, or piston rings in combustion engines. We therefore modelled the sliding of a rough counter body against two polycrystalline substrates of face-centered cubic (fcc) copper and body-centered cubic (bcc) iron with initial near-surface grain sizes of 40 nm. The microstructural development of these substrates was monitored and quantified as a function of time, depth, and applied pressure during unidirectional sliding for 7 ns. The results were then compared to the case of sliding in one direction for 5 ns and reversing the sliding direction for an additional 2 ns. We observed the generation of partial dislocations, grain refinement, and rotation as well as twinning (for fcc) in the near-surface region. All microstructures were increasingly affected by these processes when maintaining the sliding direction but recovered to a great extent upon sliding reversal up to applied pressures of 0.4 GPa in the case of fcc Cu and 1.5 GPa for bcc Fe.



### An experimental framework for determining wear in porous journal bearings operated in the mixed lubrication regime

S.J. Eder, Ch. Ielchici, S. Krenn, D. Brandtner

*Tribology International* 123 (2018) 1–9



An experimental and analysis workflow to characterize the tribological behaviour and the wear resistance of porous journal bearing systems operating at high loads and small rotational speeds was developed.

The approach consists of a laser-instrumented tribometer that allows parallel testing of five bearings, an experimental procedure that is optimized for producing sufficient wear during mixed lubrication operation while maintaining realistic operating conditions, as well as several methods to visualize and quantify bearing wear. The simultaneous testing of five bearings yields a statistical estimation of the performance variations between nominally equivalent tribosystems. We showcase our approach by analysing the influence of the bearing material and its porosity on mixed-lubrication friction and wear.

---

# **Laborgeräte**

# **Laboratory Equipment**

**Tribosystem-Charakterisierung**

**Tribosystem-Characterization**

Schwing-Reibverschleiß-Tribometer (SRV® V) Tribometer  
*SRV® IV Tribometer (High Frequency Oscillating Test Rig)*

Schwing-Reibverschleiß-Tribometer (SRV® IV) mit schwenkbaren Probenkammer und dynamischer Belastungseinheit  
*SRV® IV Tribometer with Adjustable Inclination and Rotation of the Test Chamber and Dynamic-Load-Unit*

Schwing-Reibverschleiß-Tribometer (SRV® III) mit Rotationseinheit  
*SRV® III Tribometer (High Frequency Friction Machine) with Rotation-Unit*

Schwing-Reibverschleiß-Tribometer (SRV® I) mit Heizeinheit (bis zu 800 °C)  
*SRV® I Tribometer (High Frequency Friction Machine) with Heating-Unit (up to 800 °C)*

Ring-Reibungs- und Verschleiß-Tribometer  
*Ring-Friction-and-Wear-Tribometer*

Ring-Reibungs- und Verschleiß-Tribometer mit Hochlasteinheit (Drehmoment bis zu 700 Nm)  
*Ring-Friction-and-Wear-Tribometer with High-Load-Unit (torque up to 700 Nm)*

Ring-Reibungs- und Verschleiß-Tribometer mit Heizofen (bis zu 1.000 °C)  
*Ring-Friction-and-Wear-Tribometer with Heating-Unit (up to 1000 °C)*

Stift-Scheibe-Tribometer (horizontal, vertikal)  
*Pin-on-Disc Tribometer (horizontal, vertical)*

Linear oszillierendes Tribometer (Lasten bis zu 3.000 N)  
*Reciprocating Test Machine (load up to 3000 N)*

Linear oszillierendes Tribometer mit Hochlasteinheit (Lasten bis zu 10.000 N)  
*Reciprocating Test Machine with High-Load-Unit (load up to 10000 N)*

Linear oszillierendes Tribometer mit Rad-Schiene-Modell-Einheit (Lasten bis zu 8.000 N)  
*Reciprocating Test Machine with Wheel-Rail-Modell-Unit (load up to 8000 N)*

Universelles Tribometer  
*Universal Mechanical Tester*

Präzisions-Radiallager-Tribometer  
*Precision Radial Bearing Tribometer*

Präzisions-Gleitlager-Tribometer  
*Precision Journal Bearing Tribometer*

Gleitlager-Tribometer für Dauerlaufstest (5 Einheiten)  
*Journal Bearing Tribometer for long run tests (5 units)*

Gleitlager-Tribometer mit Block-Ring-Adapter  
*Precision Bearing Tribometer with Block-on-Ring-Adapter*

Kleinlast-Tribometer mit elektrochemischer Testzelle (bis zu 200 mN)  
*Low-Load Tribometer with Electrochemical Cell (up to 200 mN)*

Gleit-Korrosions-Tribometer mit Testkammer für flüssiges Umgebungsmedium  
*Sliding Corrosion Tribometer with test chamber for liquid environmental medium*

Gleit-Korrosions-Tribometer mit elektrochemischer Testzelle  
*Sliding Corrosion Tribometer with Electrochemical-Cell*

2-Scheiben-Tribometer  
*2-Discs Tribometer*

Vierkugel-Apparat  
*Four Ball Apparatus*

Wälzlager Teststand für Kühlmittelcharakterisierung  
*Rolling Bearing Test Rig for Cooling Liquid Characterisation*

Gewindeformteststand  
*Thread Forming Test Rig*

Klötzchen-Scheibe Tribometer mit Stift-Rolle-Einheit (ISO 4649)  
*Block-on-Ring Test Rig with Pin-on-Drum-Unit (ISO 4649)*

Hüftgelenk-Simulatoren  
*Hip Joint Simulators*

Schmierstoffprüfgerät nach Brugger  
*Brugger Lubricant Tester*

Permeabilitätsmessgerät (für zylindrische und ebene Proben)  
*Permeability Measuring Systems (for cylindrical and planar samples)*

Reinraum für biologisch aktive Proben (Stufe 2)  
*Cabinet for Biological Active Samples (Level 2)*

FlexPro Software zur Datenanalyse  
*FlexPro software for data analysis*



SRV® V Tribometer (High Frequency Oscillating Test Rig)



Ring-Reibungs- und Verschleiß-Tribometer mit Hochtemperatur-Testzelle  
 High Temperature Chamber of Ring-Friction-and-Wear Tribometer



Tribokorrosionsaufbau im Kleinlast-Tribometer  
 Electrochemical-Cell-Unit at the Low-Load Tribometer

**Technologien zur Werkstoff & Oberflächengestaltung**

**Surface Processing & Design**

10 kW Direkt-Dioden Laser-Beschichtungsanlage (Roboter-gesteuert)  
 10 kW Direct-Diode Laser Cladding Plant (robot controlled)

Plasma-Pulver-Auftragsschweißanlage (PPA)  
 Plasma Transferred Arc (PTA) Welding Plant

Prall-Abrasion-Tribometer  
 Impeller Tumbler Tribometer

Fall-Hammer-Teststand mit Heizeinheit  
 Single Impact Tester with Heating Unit

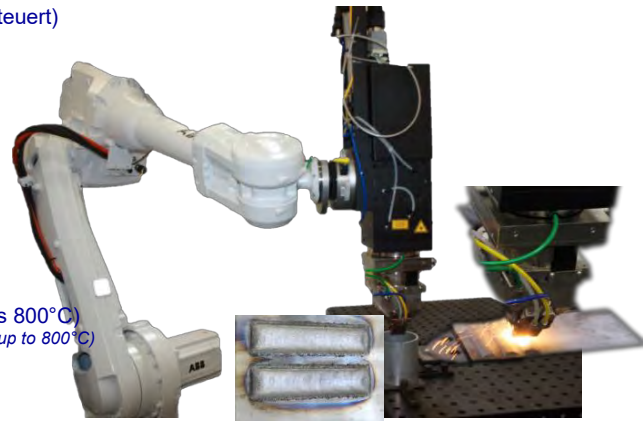
ASTM G65 Reibradttester mit „Slurry“-Einheit  
 ASTM G65 Dry Sand / Rubber Wheel Tester with Slurry Unit

Hochtemperatur-Reibradttester mit Abrasivmaterial-Heizofen (bis 800°C)  
 High Temperature Dry Sand / Steel Wheel Tester with Abrasive Heating Unit (up to 800°C)

Hochtemperatur-Korrosionstester (bis zu 1.400°C)  
 High Temperature Corrosion Tester (up to 1400°C)

Hochtemperatur-Schlag-Abrasion-Teststand (bis 750°C)  
 High Temperature Continuous Impact Abrasion Tester (up to 750°C)

Hochtemperatur-Zyklus-Schlag-Abrasion-Teststand  
 High Temperature Cyclic Impact Abrasion Tester



Roboter-gesteuerter Direkt-Dioden-Laser  
 Direct Diode Laser (robot controlled)

**Werkstoffanalytik**

**Materials Analysis**

Materialographie Labor (Präzisions-Trennmaschinen, Warmeinbettpresse, Schleif- und Poliermaschine für die manuelle/automatische Präparation)  
 Materialography Laboratory (Precision Cut-off Machines, Hot Mounting Press, Grinding and Polishing Machine for manual or automatic preparation)



Materialographie Labor, zertifiziert gemäß ISO 9001:2015 (Zertifikat Reg.-Nr. Q1530899) und ISO 14001:2015 (Zertifikat Reg.-Nr. U1530899)  
 Materialography Laboratory, certified according ISO 9001:2015 (certificate reg.-no. Q1530899) and ISO 14001:2015 (certificate reg.-no. U1530899)

Ritz-Tester mit luftgelagertem Messtisch (gekrümmte Oberflächen möglich) (10 N - 100 N)  
 Scratch-Tester with Air-bearing Measuring Table (spherical surfaces possible) (10 N - 100 N)

Hochtemperatur Härte- und Ritz-Tester (20°C – 1.000°C)  
 High temperature Hardness- and Scratch-Tester (20°C - 1000°C)

Ritz-Tester mit höherer Geschwindigkeit (bis zu 8 m/s)  
 Scratch-Tester with High-Speed (up to 8 m/s)

Nanoindenter; Nano-Härte & Nano-Ritz-Tester  
 Nanoindenter: Nano-Hardness & Nano-Scratch-Tester

Makro-Härteprüfer (Prüfkraft 1 kg - 50 kg)  
 Macro-Hardness Tester (Test Force 1 kg - 50 kg)

Mikro-Härteprüfer (Prüfkraft 1 g - 1.000 g)  
 Micro-Hardness Tester (Test Force 1 g - 1000 g)

Lichtmikroskop mit digitaler Bildverarbeitung  
 Light Microscope with Digital Camera and Image Processing

Auflichtmikroskop mit digitaler Kamera  
 Optical Light Microscope with Digital Camera

Stereo-Mikroskop mit digitaler Bildverarbeitung  
 Stereo-Microscope with Digital Camera and Picture Processing

Quantitative Bildanalyse  
 Quantitative Image Analysis

Rasterelektronenmikroskop (inkl. Energie-dispersiver Röntgenspektroskopie und Elektronenrückstreuung)  
 Scanning Electron Microscope including X-ray Spectroscopy and Electron Backscatter Diffraction



Nanoindenter Testkammer  
 Nanoindenter Test Chamber

Rasterelektronenmikroskop  
 Scanning Electron Microscope

**Schmierstoffe und Schmierstoffanwendungen**

**Lubricants and Lubrication**

Fourier-Transform-Infrarot-Spektrometer  
*Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR)*

Fourier-Transform-Infrarot-Mikroskop  
*Fourier Transform Infrared Microscope*

UV-Vis-Spektrometer  
*UV-Vis Spectrometer*

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)  
*X-ray Fluorescence Spectrometer (XRF)*

Atomemissionsspektrometer (AES)  
*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)*

Mikrowellenaufschlussgerät für die Elementanalyse  
*Microwave Reaction System for Elemental Analysis*

Ultraschallgerät, Ultraschall-Scherstabilität, ASTM D 2603  
*Sonic Shear Unit, Sonic Shear Stability, ASTM D 2603*

Ölalterungsapparaturen (mechanisch, thermisch, chemisch, oxidativ)  
*Artificial Oil Alteration Devices (mechanical, thermal, chemical, oxidative)*

Oxidationsstabilität von Ölen (RBOT, RPVOT), ASTM D 2272  
*Oxidation Stability of Oils (RBOT, RPVOT), ASTM D 2272*

Oxidationscharakterisierungsgerät für Öle (TOST), ASTM D 943  
*Oxidation Characterisation Test Apparatus for Oils (TOST), ASTM D 9432*

BAM-Stabilitätstestgerät, DIN 51352 Teil 1 und 2  
*BAM Stability Test Apparatus, DIN 51352 part 1 and 2*

Baader-Stabilitätstestgerät, DIN 51554  
*Baader Stability Test Apparatus, DIN 51554*

Großmengenalterung, AC2T Methode  
*Large scale alteration, AC2T method*

Bestimmung der Löslichkeit von Gas in Flüssigkeit, 50°C - 200°C, bis zu 150 bar  
*Determination of the Solubility of Gas-in-Liquid, 50°C - 200°C, up to 150 bar*

Diesel-Einspritzdüse-Apparat zur Bestimmung der Scherstabilität (Orban), DIN 51382  
*Diesel Injector Rig for the Determination of the Shear Stability (Orban), DIN 51382*

Filtrationsgerät zur Verschmutzungsbestimmung von Schmierölen, DIN EN 12662  
*Filtration Apparatus for the Determination of Contaminations in Lubricants, DIN EN 12662*

Cold Cranking Simulator, ASTM D 5293  
*Cold Cranking Simulator, ASTM D 5293*

Mini Pour Point Tester, DIN ISO 3016  
*Mini Pour Point Tester, DIN ISO 3016*

Klein-Verkokungstester, GFC Lu 27-T-07  
*Micro-Coking Tester, GFC Lu 27-T-07*

Apparat zur Bestimmung der Korrosionsschutzeigenschaften, ISO 7120  
*Device for the Determination of Rust-Preventing Characteristics, ISO 7120*

Kupferstreifentestgerät, EN ISO 2160  
*Copper-Strip Test, EN ISO 2160*

Stabinger-Viskosimeter, ASTM D 7042  
*Stabinger-Viscometer, ASTM D 7042*

Brookfield-Viskosimeter, ASTM D 2983, DIN 51398  
*Brookfield-Viscometer, ASTM D 2983, DIN 51398*

Kapillarviskosimeter (Ubbelohde, Herzog), ASTM D 445  
*Capillary-Viscometer (Ubbelohde, Herzog), ASTM D 445*

Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit in isolierenden Flüssigkeiten, 10 pS/m - 100 nS/m, 30°C - 100°C  
*Determination of the Electrical Conductivity in Isolating Fluids, 10 pS/m - 100 nS/m, 30°C - 100°C*



Atomemissionsspektrometer; Analysekammer mit Plasmafackel (betrieben mit unterschiedlichen Versuchsmusterlösungen) / ICP-OES; Analysis Chamber with Plasma Torch (operated with different sample solutions)



Öl in verschiedenen Alterungsphasen (von links nach rechts) / Oil in different conditions during artificial alteration (from right to left: increasing degree of deterioration)



Apparat zur Herstellung von künstlich gealterten Schmierölen, 25°C - 300°C, bis 200 Liter / Device for the production of artificial altered lubricants, 25°C - 300°C, up to 200 litres



Schmierstofflabor, zertifiziert gemäß ISO 9001:2022 (Zertifikat Reg.-Nr. Q1530899) und ISO 14001:2022 (Zertifikat Reg.-Nr. U1530899) / Laboratory for lubricants, certified according ISO 9001:2022 (certificate registration no. Q1530899) and ISO 14001:2022 (certificate registration no. U1530899)

Flammpunkt mit geschlossenem Tiegel (Pensky Martens), ASTM D 93, DIN EN ISO 2719  
*Flash Point Closed Cup (Pensky Martens), ASTM D 93, DIN EN ISO 2719*

Flammpunktgerät mit offenem Tiegel (Cleveland), EN ISO 2592, ASTM D2  
*Flash Point Open Cup (Cleveland), EN ISO 2592, ASTM D2*

Universelles Tensiometer (Platte, Ring etc.)  
*Universal Tensiometer (plate, ring etc.)*

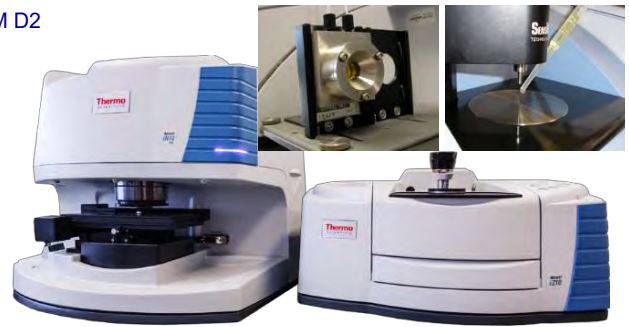
Apparate zur Bestimmung von / Device for the Determination of

Demulgiervermögen, ASTM D 1401  
*Water Separability, ASTM D 1401*

Luftabscheidevermögen, DIN 51381  
*Air Release Behaviour, DIN 51381*

Schaumverhalten, ASTM D 892  
*Foaming Characteristics, ASTM D 892*

Wasserabscheidevermögen nach Dampfbehandlung, DIN 51589  
*Water Separation Ability after Contact with Steam, DIN 51589*



Infrarot-Spektrometer mit Küvette (oben links) und ATR Einheit (oben rechts) /  
*Infrared Spectrometer with Cuvette (top left) and ATR Unit (top right)*

## Erweiterte chemische Analytik

Gaschromatograph gekoppelt mit Flammen-Ionisations-Detektor und Triple-Quadrupol-Massenspektrometer (GC-FID-MS)

Diverse Injektionssysteme für die GC, Flüssiginjektion für Proben in Lösung, Pyrolyse für feste oder hochmolekulare Proben, Headspace (HS) für flüchtige Verbindungen, Gasaufgabesystem bei konstantem Druck (CPI), Festphasenmikroextraktion (SPME), Direktinjektion in das Massenspektrometer (DIP)

*Gas Chromatograph Coupled with Flame Ionisation Detector and Triple Quadrupole Mass Spectrometer (GC-FID-MS)*

*Diverse Injection Systems for GC, Liquid Injection (for samples in solution), Pyrolysis (for solid or high molecular samples), Headspace (for volatiles), Constant Pressure Infusion (for gases), Solid-Phase Microextraction, Direct Inlet Probe in the Mass Spectrometer*

Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) gekoppelt an einen Photodiodenarray-Detektor (PDA) und die LTQ Orbitrap XL

*High-Performance Liquid Chromatography Coupled with a Photo Diode Array (PDA) and the LTQ Orbitrap XL*

Hochauflösendes Tandem-Massenspektrometer LTQ Orbitrap XL mit hoher Massengenauigkeit in Reinraumumgebung (ISO 14644-4 Klasse 7)

*High Resolution High Accuracy Tandem Mass Spectrometer LTQ Orbitrap XL in Clean Room Environment (ISO 14644-4 class 7)*  
 Atmospheric Pressure Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Mass Spectrometer (for organic compounds on surfaces), Electrospray Ionisation (for samples in solution), Atmospheric Pressure Chemical Ionisation

Lineares Ionenfallen-MS gekoppelt mit einem Fourier-Transform-MS  
*Linear Ion Trap MS coupled with Fourier transform MS*

Elektrospray und chemische Ionisation bei Atmosphärendruck für Proben in Lösung (ESI, APCI)  
*Electrospray and Atmospheric Pressure Chemical Ionisation for samples in solution (ESI, APCI)*

Matrixunterstützte Laser-Desorptions-Ionisation unter Atmosphärendruck für organische Verbindungen auf Oberflächen (AP-MALDI)  
*Atmospheric Pressure Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation for organic compounds on surfaces (AP-MALDI)*

Theta Probe Small-Spot parallel winkelauflösendes Röntgen-Photoelektronen-Spektrometer (XPS) in Reinraumumgebung (ISO 14644-4 Klasse 7)

*Theta Probe Small-Spot Parallel Angle Resolved X-Ray Photoelectron Spectrometer (XPS) in Clean Room Environment (ISO 14644-4 class 7)*

Potentiostat zur Charakterisierung tribo-korrosiver Vorgänge  
*Potentiostat for Characterisation of Tribo-corrosion*



Gaschromatograph /  
*Gas Chromatograph*



*Small-Spot Röntgen-Photoelektronen-Spektrometer und Analysenkammer (rechts oben) im Reinraum*  
*Small-Spot Parallel Angle Resolved X-Ray Photoelectron Spectrometer (XPS) and Analytic Chamber (right) in Clean Room Environment*

**Tribosystem-Modellierung & Simulation**

LINUX HPC Cluster mit 1.344 Prozessorkernen (25 TFlops)  
*LINUX HPC Cluster with 1344 Processor Cores (25 TFlops)*

Comsol Multiphysics Finite Elemente Software  
*Comsol Multiphysics Finite Elements Software*

Matlab Software (für numerische Mathematik)  
*Matlab Software (for numerical mathematics)*

Mathematica Software (für symbolische Mathematik)  
*Mathematica Software (for symbolic mathematics)*

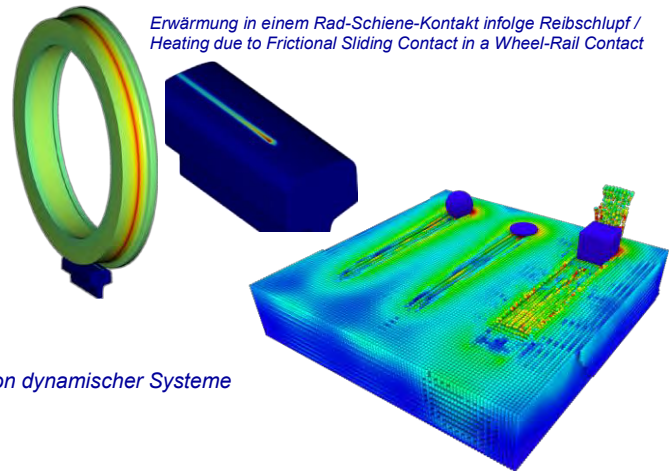
Python, Software für Data Science  
*Python, Software for Data Science*

Simulink Software (für die Simulation dynamischer Systeme)  
*Simulink Software (for simulation of dynamic systems)*  
 Simscape

OpenModelica Software zur Mehrkörper Simulation und Simulation dynamischer Systeme  
*OpenModelica Software for Multi-Body and Dynamic System Simulation*

LAMMPS Software (für Moleküldynamiksimulationen)  
*LAMMPS Software (for molecular dynamics simulation)*

VASP Software (für Ab-initio Berechnungen)  
*VASP Software (for ab-initio calculations)*



*Erwärmung in einem Rad-Schiene-Kontakt infolge Reibschlupf / Heating due to Frictional Sliding Contact in a Wheel-Rail Contact*

*Simulation von Ritztests in SPH-Diskretisierung / Simulation of Scratch-Tests in SPH-Discretization*

**Tribologie-fokussierte Messtechnik**

Berührungslos messende Oberflächentopografie-Messgeräte  
*Non-contact Surface Topography Measurement Systems*

- 3D-Konfokales Weißlicht-Mikroskop  
*3D Confocal White Light Microscope*
- 3D-Weißlicht-Mikroskop mit Interferometer  
*3D White Light Microscope with Interferometer*
- 3D-Mikroskop basierend auf dem Fokusvariationsprinzip  
*3D Microscope based on Focus-Variation*
- 3D-Profilometer (mobil einsetzbar)  
*3D Profilometer (mobile useable device)*

Streulichtsensor (zur berührungslosen Charakterisierung von technischen Oberflächen)  
*Light-Scattering Sensor (for non-contact characterisation of tribological surfaces)*

Radio-Isotope Concentration (RIC) Methode (Verschleißmessung im nm-Bereich basierend auf radioaktiven Isotopen)  
*Radio-Isotope Concentration (RIC) Method (nm wear measurement based on radioactive isotopes)*

Abstandsmess-Sensorsysteme (nm- bis mm-Bereich)  
*Distance Measurement Sensor Systems (nm- to mm-range)*

Beschleunigungssensoren und Hochleistungsmikrofon  
*Accelerometers and High-Performance Microphone*

Körperschall-Messsystem im Hochfrequenzbereich (bis 3 MHz)  
*Acoustic Emission Method (AE) in High-Frequency Range (up to 3 MHz)*

Ultraschall-Messsystem  
*Ultrasonic measurement System*

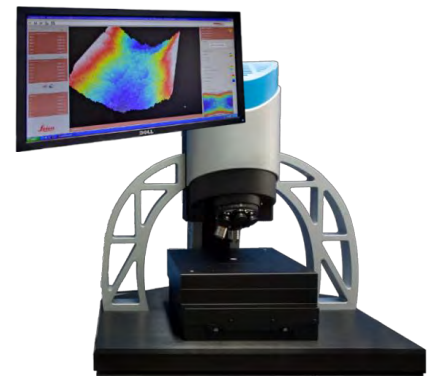
Faseroptisches Abstandsmesssystem  
*Fibre optic distance measurement System*

Zeitraffer-Kamerasystem  
*Fast Motion Camera System*

Hochgeschwindigkeitskamera (30.000 Bilder/s)  
*High Speed Camera (30.000 images/s)*

Infrarot-Kamera (bis zu 2.500 °C)  
*Infrared Camera (up to 2500 °C)*

*Topografiemessgerät für schwere Teile (bis zu 30 kg) / Topography Measurement System for Heavy Parts (up to 30 kg)*



*Verschleißmessung basierend auf radioaktiven Isotopen (RIC-Methode) / Wear Measurement Scheme based on RIC Method*

**Konstruktion & Prototyping**

Werkstattgeräte zur Herstellung von Proben und Prototypen (z. B. Schneiden, Fräsen, Bohren, Schweißen, Schleifen, Polieren)  
*Work-Shop-Equipment for Sample and Prototype manufacturing (e. g., cutting, milling, drilling, welding, grinding, lapping)*

Labor zur Entwicklung von Sensoren & Sensorsystemen  
*Laboratory Equipment for Sensor & Sensor System Development*

CAD-Software (Solid Works)  
*CAD-Software (Solid Works)*

LabVIEW Echtzeit Software-Modul  
*LabVIEW Real-Time Software Module*

*Sensorsystem (im Ölbad) zur Ölzustandsüberwachung / Sensor System (in oil bath) for Oil-Condition-Monitoring*



**Engineering & Prototyping**

---

# Publikationen

# Publications

Im Folgenden sind die für den Berichtszeitraum relevanten Publikationen zusammengestellt, die unter Mitarbeit von AC<sup>2</sup>T-Angehörigen und/oder mit finanzieller Unterstützung von AC<sup>2</sup>T bzw. dem COMET Programm entstanden sind.

Namen von AC<sup>2</sup>T-Angehörigen zum Zeitpunkt der Erstellung von einer Publikation sind in **Fettschrift** hervorgehoben.

Below there are compiled all publications relevant for the reporting period which were (co-)authored by AC<sup>2</sup>T team members and/or (co-)financed by AC<sup>2</sup>T and/or the COMET programme.

Names of employees of AC<sup>2</sup>T at the time of elaboration of a publication are highlighted in **bold**.

## Begutachtete Publikationen

## Reviewed Publications

*Veröffentlicht nach Ende des Geschäftsjahres / published after the end of the business year*

**Dörr N.**, Merstallinger A., Holzbauer R., **Pejakovic V.**, **Brenner J.**, **Pisarova L.**, **Stelzl J.**, **Frauscher M.**: Five-stage selection procedure of ionic liquids for lubrication of steel-steel contacts in space mechanisms, Tribol. Lett., Vol 67: 73, Springer Verlag, ISSN 1023-8883, online ISSN 1573-2711, DOI 10.1007/s11249-019-1185-4, 2019

**Dörr N.**, **Agocs A.**, **Besser C.**, **Ristic A.**, **Frauscher M.**: Engine oils in the field – comprehensive chemical assessment of engine oil degradation in a passenger car, Tribol. Lett., 67:68, Springer Verlag, ISSN 1023-8883, DOI 10.1007/s11249-019-1182-7, 2019

**Trausmuth A.**, Godor I., Grün F.: Damage models of different hardness layers subjected to point contact, Wear, Vol 430-431, p 157-168, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2019.04.025, 2019

Velkavrh I., Palamarcu I., Galusca D.G., Diem A., **Brenner J.**, **Gabler C.**, Mellor B., Ratoi M.: Formation of surface deposits on steel and titanium aviation fuel tubes under real operating conditions, ACS Omega, Vol 4, Is 5, 8255-8273, ACS Publications, ISSN 2470-1343, DOI 10.1021/acsomega.8b03576, 2019

**Dörr N.**, **Brenner J.**, **Ristic A.**, **Ronai B.**, **Besser C.**, **Pejakovic V.**, **Frauscher M.**: Correlation between engine oil degradation, tribochemistry, and tribological behaviour with focus on ZDDP deterioration, Tribol. Lett., Vol 67:62, Springer Verlag, ISSN 1023-8883, DOI 10.1007/s11249-019-1176-5, 2019

Ausserer F., Velkavrh I., Klien S., Voyer J., Vorlauffer G., Abbrederis A.: Modelling and simulation of a paper forming tool – Optimization of the flanging process, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 2/2019 66. Jahrgang, p 19-23, expert Verlag, ISSN 0724-3472, DOI 10.30419/TuS-2019-0009, 2019

**Pejakovic V.**, **Totolin V.**, **Ristic A.**, **Gabler C.**, **Dörr N.**, Kalin M.: Tribological performance and degradation of 1-n-butyl-1-methylpyrrolidinium methylsulfate ionic liquid in glycerol as lubricant for steel-steel sliding contacts, Lubr. Sci., John Wiley & Sons Ltd., ISSN 0954-0075, DOI 10.1002/ls.1455, 2019

**Widder L.**, **Nevosad A.**, Reichmann F., Adam K.: Development of testing method for assessment of release agent effectiveness in high temperature forming processes, Key Eng. Mater., Vol 799, p 77-82, Trans Tech Pub., DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.799.77, ISSN 1662-9795, 2019

Bäse M., Heipl O., Cokdogru I., Lipinsky D., Mallach D., **Franz R.**: Analyse von Verschleißmechanismen naslaufender Fahrzeugkupplungen mittels tribologischer Belastungstests und Time of Flight Sekundärionenmassenspektrometrie (ToF-SIMS), Forschung im Ingenieurwesen, Springer Nature, ISSN 0015-7899, DOI 10.1007/s10010-019-00312-1, 2019

**Badisch E.**, **Varga M.**, **Eder S.J.**: A brief review of abrasive wear modelling using a numerical-experimental approach, Key Eng. Mater., Vol 799, p 93-88, Trans Tech Pub., DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.799.83, ISSN 1013-8726, 2019

Velkavrh I., Klien S., Voyer J., Ausserer F., Diem A.: Influence of water absorption on static friction of pure and friction-modified PA6 polymers, Key Eng. Mater., Vol 799, p 59-64, Trans Tech Pub., DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.799.59, ISSN 1662-9795, 2019

Mielonen K., Jiang Y., Voyer J., Diem A., Hillman L., Suvanto M., Pakkanen T.A.: Sliding friction of hierarchically micro-structured polymer surfaces on ice, Cold Regions Science and Technology, Vol 163, p 8-18, Elsevier, ISSN 0165-232X, DOI 10.1016/j.coldregions.2019.04.002, 2019

**Rodriguez Ripoll M.**, **Trausmuth A.**, **Badisch E.**: Interaction between iron oxides and iron carbonates during running-in of C-steel tubings in CO<sub>2</sub> corrosive environment, Wear, Vol 426-427, Part B, p 1446-1456, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2018.12.031, 2019

Vyavhare K., Bagi S., Patel M., Aswath P.: Impact of diesel engine oil additives-soot interactions on physiochemical, oxidation and wear characteristics of soot, Energy&Fuels, Vol 33 Is 5, p 4515-4530, ACS, DOI 10.1021/acs.energyfuels.8b03841, 2019

*Veröffentlicht im Geschäftsjahr / published within the business year*

Hofer C., Langer U., **Toulopoulos I.**: Isogeometric analysis on non-matching segmentation: discontinuous Galerkin techniques and efficient solvers, J. of Applied Mathematics and Computing, p 1-40, Springer Verlag, ISSN 1598-5865, 2019

Sharma V., **Dörr N.**, Erdemir A., Aswath P.: Antiwear properties of binary ashless blend of phosphonium ionic liquids and borate esters in partially formulated oil (no Zn), Tribol. Lett., Vol 67:42, Springer Verlag, ISSN 1023-8883, DOI 10.1007/s11249-019-1152-0, 2019

**Patocka F.**, Schneider M., **Dörr N.**, **Schneidhofer C.**, Schmid U.: Position-dependent mass responsivity of silicon MEMS cantilevers excited in the fundamental, two-dimensional roof tile-shaped mode, J. Micromech. Microeng., Vol 29 Is 4, 045009, IOP Publishing Ltd., ISSN 1361-6439, DOI 10.1088/1361-6439/ab062a, 2019

**Rodriguez Ripoll M.**, Tomala A., Totolin V., Remskar M.: Performance of nanolubricants containing MoS<sub>2</sub> nanotubes during form tapping of zinc-coated automotive components, J Manufacturing Processes, Vol 39, p 167-180, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.jmapro.2019.02.012, 2019

Voyer J., Klien S., Velkavrh I., Ausserer F., Diem A.: Static and dynamic friction of pure and friction-modified PA6 polymers in contact with steel surfaces - influence of surface roughness and environmental conditions, Lubricants, Vol 7(2) Is 17, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants7020017, 2019

- Velkavrh I., Ausserer F., Klien S., Voyer J., Lingenhöle K., Kafexhiu F., Mandrino D., Podgornik B., Rattenberger J., Schröttner H., Hofer F., Diem A.: Influence of surface properties of nitrocarburised and oxidised steel on their tribological behaviour, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 1/19 66. Jahrgang, p 25-33, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2019
- Scheichl B., Kluwick A.: Laminar spread of a circular liquid jet impinging axially on a rotating disc, J. Fluid Mech., Vol 864, p 449-189, Cambridge University Press, ISSN 0022-1120, [DOI 10.1017/jfm.2018.1009](https://doi.org/10.1017/jfm.2018.1009), 2019
- Torres H., Rodriguez Ripoll M., Prakash B.:** Arbeitstitel: Self-lubricating laser claddings for friction control in press hardening of Al-Si-coated boron steel, J. Mater. Process. Technol., Vol 269, p 79-90, Elsevier B.V., ISSN 0924-0136, [DOI 10.1016/j.jmatprotec.2019.02.002](https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.02.002), 2019
- Bauer C., **Gocerler H.**, Niculescu-Morza E., Jeyakumar V., Stotter C., **Toth I.**, Klestil T., **Franek F.**, Nehrer S.: Effect of Osteochondral Graft Orientation in a Biotribological Test System, J. Orthopaedic Research, Vol 37, p 583-592, John Wiley & Sons Ltd., ISSN 1554-527X, [DOI 10.1002/jor.24236](https://doi.org/10.1002/jor.24236), 2019
- Varga M., Haas M., Schneidhofer C., Adam K.:** Wear intensity evaluation in conveying systems – an acoustic emission and vibration measurement approach, Tribol. Int., Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, [DOI 10.1016/j.triboint.2019.01.008](https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.01.008), 2019
- Besser C., Agocs A., Ronai B., Ristic A., Repka M., Jankes E., McAleese C., Dörr N.:** Generation of engine oils with defined degree of degradation by means of a large scale artificial alteration method, Tribol. Int., Vol 132, p 39-49, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, [DOI 10.1016/j.triboint.2018.12.003](https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.12.003), 2018
- Mohammadtabar K., **Eder S.J., Bedolla P.O., Dörr N., Martini A.:** Reactive molecular dynamics simulations of thermal film growth from di-tert-butyl disulfide on an Fe(100) surface, Langmuir, Vol 34 Is 51, p 15681-15688, ACS Publications, ISSN 0743-7463, [DOI 10.1021/acs.langmuir.8b03170](https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.8b03170), 2018
- Voyer J., Jiang Y., Pakkanen T.A., Diem A.: Adhesive friction and wear of micro-pillared polymers in dry contact, Polym. Test., Vol 73, p 258-267, Elsevier Ltd., ISSN 0142-9418, [DOI 10.1016/j.polymertesting.2018.11.040](https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.11.040), 2018
- Blutmager A., **Varga M., Schmidt T., Pock A., Friesenbichler W.:** Abrasive/erosive wear on MMCs in plastic moulds as a function of volumetric flow rates and glass fibre distribution, Polymer Engineering & Science, John Wiley & Sons Ltd., ISSN 1548-2634, [DOI 10.1002/pen.24952](https://doi.org/10.1002/pen.24952), 2018
- Widder L., Nevsad A., Reichmann F., Adam K.:** Improvement of friction behaviour and wear resistance in high temperature applications through release agents, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 6/18 65. Jahrgang, p 21-24, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Voyer J., Klien S., Ausserer F., Velkavrh I., Bedolla P.O., **Vorlauffer G., Diem A.:** Influence from laser surface structuring of elastomers on their friction behaviours with respect to the load dependency, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 6/18 65. Jahrgang, p 14-20, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Trauner D., Scheichl B., Schoosleitner H.: On the Simulated Interplay of External Friction and Thermo-fluid Dynamics of Glas-Fibre-additivated Polymeric Melt in the Backflow Barrier of a Screw Extruder, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 6/18 65. Jahrgang, p 25-30, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Katona L.:** Numerical determination of load-dependent electrical contact resistance, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 6/18 65. Jahrgang, p 31-35, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Kassler A., Pittenauer E., Dörr N., Allmaier G.:** Development of an accelerated artificial ageing method for the characterization of degradation products of antioxidants in lubricants by mass spectrometry, Eur. J. Mass Spectrom., IM Publications LLP, ISSN 1469-0667, [DOI 10.1177/1469066718811714](https://doi.org/10.1177/1469066718811714), online ISSN 1751-6838, 2018
- Touloupoulos I.:** Space-time finite element methods stabilized using bubble function spaces, Applicable Analysis, Taylor & Francis Ltd., [DOI 10.1080/00036811.2018.1522630](https://doi.org/10.1080/00036811.2018.1522630), 2018
- Malyshev V., **Dörr N., Elagina O., Rodriguez Ripoll M., Poches N.:** Compatibility of micro-arc oxidation coatings with base oils, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 5/18 65. Jahrgang, p. 5-11, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Vorlauffer G., Heindl F., Cihak-Bayr U., Bedolla P.O., Rozsavölgyi Z.:** A contact model for the efficient simulation of abrasive wear of multi-phase friction materials, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 5/18 65. Jahrgang, p.21-27, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Sequard-Base J., Graf A., Cihak-Bayr U., Franek F.:** Simulation of anti-wear performance using a modified Brugger Test set up, Tribology in Industry, Vol 40 Is 3, p 410-419, Serbian Tribology Society, [DOI 10.24874/ti.2018.40.03.07](https://doi.org/10.24874/ti.2018.40.03.07), 2018
- Hoy M., Kometer B., Bürßner P., Puscalau G., **Eder S.J.:** SRP equipment customization creating value by increasing run life in a low oil price environment, SPE J., Document ID: SPE-190958-MS, Society of Petroleum Engineers, ISSN 086-055X, 2018
- Molnar W., Nevsad A., Rojacz H., Adam K., Henze H.-J., Rodriguez Ripoll M., Badisch E.:** Two and three-body abrasion resistance of rubbers at elevated temperatures, Wear, Vol 414-415, p 174-181, Elsevier B.V., [DOI 10.1016/j.wear.2018.08.015](https://doi.org/10.1016/j.wear.2018.08.015), ISSN 0043-1648, 2018
- Tomala A., **Rodriguez Ripoll M., Kogovsek J., Kalin M., Bednarska A., Michalczewski R., Szczerek M.M.:** Synergisms and antagonisms between MoS<sub>2</sub> nanotubes and representative oil additives under various contact conditions, Tribology International, Vol 129, p 137-150, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, 2018
- Leroch S., Eder S.J., Ganzenmüller G., Murillo L.J., Rodriguez Ripoll M.:** Development and validation of a meshless 3D material point method for simulating the micro-milling process, J. Mater. Process. Technol., Vol 262, p 449-458, Elsevier B.V., ISSN 0924-0136, [DOI 10.1016/j.jmatprotec.2018.07.013](https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.07.013), 2018
- Neacsu A., Scheichl B.:** Numerical investigation of highly permeable thin-walled porous bearings including cavitation, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 4/18 65. Jahrgang, p 11-14, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Edtmayer J., Hick H., Walch S., Jech M., Wopelka T., Lösch S.:** Kombinierte Tribosystemanalyse des Kontaktes Kolben-, Ringpaket-Zylinderlaufbahn auf Basis von Floating Liner Untersuchungen, T & S (Tribologie und Schmierungstechnik), Vol 4/18 65. Jahrgang, p 15-21, expert Verlag, ISSN 0724-3472, 2018
- Scheichl B., Bowles R. I., Pasiadis G.: Developed liquid film passing a trailing edge under the action of gravity and capillarity, J. Fluid Mech., Vol 850, p 924-953, Cambridge University Press, ISSN 0022-1120, [DOI 10.1017/jfm.2018.464](https://doi.org/10.1017/jfm.2018.464), 2018
- Eder S.J., Cihak-Bayr U., Gachot C., Rodriguez Ripoll M.:** Interfacial microstructure evolution due to strain path changes in sliding contacts, ACS Appl. Mater. Interfaces, Vol 10 is 28, p 24288-24301, ACS Publications, ISSN 1944-8244, [DOI 10.1021/acsami.8b06894](https://doi.org/10.1021/acsami.8b06894), 2018
- Haas M., Cihak-Bayr U., Tomastik C., Jech M., Gröschl M.:** Primary calibration by reciprocity method of high-frequency acoustic-emission piezoelectric transducers, J. Acoust. Soc. Am., Vol 143 Is 6, p 3557-3562, AIP Publishing, [DOI 10.1121/1.5041266](https://doi.org/10.1121/1.5041266), 2018

**Eder S.J., Bianchi D., Neacsu A., Vorlauffer G.:** An experimental and signal analysis workflow for detecting cold-induced noise emissions (cold squealing) from porous journal bearings, *Mech. Syst. Sig. Process.*, Vol 115, p 60-69, Elsevier B.V., ISSN 0888-3270, 2018

**Rojacz H., Premauer M., Varga M.:** Alloying and strain hardening effects in abrasive contacts on iron based alloys, *Wear*, Vol 410-411, p 173-180, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2018.05.022, 2018

Velkavrh I., Ausserer F., Klien S., Voyer J., Diem A., Lingenhölle K., Kafexhiu F., Mandrino D., Podgornik B., Rattenberger J., Schröttnner H., Hofer F.: Properties of nitrocarburised and oxidised steel surfaces and the correlation with their tribological behaviour under unlubricated sliding conditions, *Wear*, Vol 410-411, p 127-141, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.wear.2018.05.021, ISSN 0043-1648, 2018

**Torres H., Vuchkov T., Rodriguez Ripoll M., Prakash B.:** Tribological behaviour of MoS<sub>2</sub>-based self-lubricating laser cladding for use in high temperature applications, *Tribol. Int.*, Vol 126, p 153-165, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2018.05.015, 2018

**Wopelka T., Cihak-Bayr U., Lenauer C., Ditroi F., Takacs S., Sequard-Base J., Jech M.:** Wear of different material pairings for the cylinder liner – piston ring contact, *Ind. Lubr. Tribol.*, Vol 70 Is 4, p 687-699, Emerald, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-07-2017-0218, 2018

**Torres H., Vuchkov T., Slawik S., Gachot C., Prakash B., Rodriguez Ripoll M.:** Self-lubricating laser claddings for reducing friction and wear from room temperature to 600 °C, *Wear*, Vol 408-409, p 22-33, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2018.05.001, 2018

Lüchinger M., Velkavrh I., Kern K., Baumgartner M., Klien S., Diem A., Schreiner M., Tillmann W.: Development of a constitutive model for friction in bulk metal forming, *Lubricants*, Vol 6 is 12, p 1-12, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants6020042, 2018

**Badisch E.:** Verschleiß und Verschleißschutz in der Anlagentechnik – Lösungen zur Steigerung der Anlagenverfügbarkeit - Editorial, *BHM-Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, Vol 163 Is 5, p 153, Springer-Verlag GmbH, DOI 10.1007/s00501-018-0730-z, online ISSN 1613-7531, ISSN 0005-8912, 2018

**Bedolla P.O., Vorlauffer G., Rechberger C., Bianchi D., Eder S.J., Polak R., Pauschitz A.:** Combined experimental and numerical simulation of abrasive wear and its application to a tillage machine component, *Tribol. Int.*, Vol 127, p 122-128, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2018.03.019, 2018

Nyberg E., Respatiningsih C.Y., Minami I.: Molecular design of advanced lubricant base fluids: hydrocarbon-mimicking ionic liquids, *RSC Adv.*, Vol 7, p 6364-6373, Royal Society of Chemistry, DOI 10.1039/c6ra27065d, 2018

## Konferenzbeiträge mit begutachteter Publikation

## Conference papers with reviewed publication

Hick H., Edtmayer J., Walch S., Böhm H.-P., Lösch S., Jech M., Wopelka T.: Emissionsreduktion und Reibungs- und Verschleißverhalten, Reibung in Antrieb und Fahrzeug 2018, Springer Fachmedien Wiesbaden, ISSN 2198-7432, DOI 10.1007/978-3-658-25302-8, ISBN 978-3-658-25301-1, online ISSN 2198-7440, 2019

**Walch S., Hick H., Edtmayer J., Wopelka T., Friedl H.:** Multimethod concept for continuous wear-analysis of the piston group, SAE Technical Paper, 2018-01-0839, SAE International, DOI 10.4271/2018-01-0839, 2018

## Konferenzbeiträge

## Conference Papers

**Rodriguez Ripoll M.:** Surface functionalization of additive manufactured components for high temperature space applications, High Temperature Tribology 2019, Lulea (SE), 2019

**Torres H.:** Self-lubricating laser claddings for the high temperature forming of aluminium alloys, High Temperature Tribology 2019, Lulea (SE), 2019

Scheichl B., Bowles R. I., Pasiak G.: Choking and hydraulic jumps in laminar flow, book of abstracts, GAMM 2019, Wien (AT), 2019

**Besser C., Agocs A., Ronai B., Dörr N.:** Provision of used engine oils with defined condition by means of large scale artificial alteration, book of synopsis, OilDoc 2019, Rosenheim (DE), 2019

**Frauscher M., Ristic A., Besser C., Dörr N.:** Understanding ZDDP degradation in engine oils on the molecular level – comparison between lab and field, book of synopsis, OilDoc 2019, Rosenheim (DE), 2019

**Adler M., Schneidhofer C., Carreras S., Adam K.:** Insight into turbine varnish formation – A field to lab approach, book of synopsis, OilDoc 2019, Rosenheim (DE), 2019

**Vernes A.:** Numerical estimation of the load-dependent real contact area, book of abstracts, CECAM 2019, Lausanne (CH), 2019

Stotter C., Bauer C., **Stojanovic B., Rodriguez Ripoll M., Franek F., Klestil T., Nehrer S.:** In-vitro chondrocyte viability and gene expression in a metal-on-cartilage bearing system: influence of velocity and load, Poster, ICRS 2018, Berlin (DE), 2018

**Rodriguez Ripoll M., Katsich C., Hatzenbichler M., Badisch E.:** Surface multi-functionality for enhancing friction and wear performance of 3D printed lightweight components using technology hybrids, Report of Abstracts, MAMC 2018, Wien (AT), Abstract ID: 43, 2018

**Stojanovic B., Pejakovic V., Stotter C., Bauer C., Klestil T., Nehrer S., Franek F., Rodriguez Ripoll M.:** Bio-tribocorrosion of partial implants against bovine articular cartilage, Tagungsband, ÖTG 2018, Wiener Neustadt (AT), 2018

**Katsich C., Cihak-Bayr U., Hoy M., Eder S.J.:** Tribological qualification of various material pairings for down-hole pumps in the system valve ball - seat, Tagungsband, ÖTG 2018, Wiener Neustadt (AT), 2018

**Walch S., Edtmayer J., Hick H., Wopelka T., Jech M.:** Ermittlung des Archard-K-Faktors durch Methodenkombination, Tagungsband ÖTG 2018, Wiener Neustadt (AT), 2018

Ausserer F., Velkavrh I., Klien S., Voyer J., **Vorlauffer G., Diem A.:** Modellierung und Simulation eines Papierformwerkzeug - Bördelprozessoptimierung, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018

Blutmager A., **Varga M., Cihak-Bayr U., Mayrhofer P.H., Friesenbichler W.:** Verschleiß in der Spritzgussmaschine – Bewertung grundverschiedener Verschleißregime, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018

**Rodriguez Ripoll M., Katsich C., Hatzenbichler M., Badisch E.:** Surface multi-functionality for enhancing friction and wear performance of 3D printed lightweight components using technology hybrids, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018

- Schalkhammer T., Assadollahi S., Rall D., **Nevosad A.**, Klarner J., Gassner M., Zacharias H.: Gleitlacke und Gleitschichten und deren tribologische Anforderungen, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Dörr N.**, Merstallinger A., Holzbauer R., **Brenner J.**: Lubrication of steel-steel contacts in space devices by ionic liquids, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Patocka F.**, Schlögl M., Schneider M., **Schneidhofer C.**, **Dörr N.**, Schmid U.: Novel MEMS sensor for real-time lubricant condition monitoring, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Agocs A.**, **Ronai B.**, **Besser C.**, **Frauscher M.**, **Dörr N.**: The challenge of pre-defined oil degradation – correlation between lab-scale method, large scale artificial alteration and the field, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Vorlaufer G.**, **Prünner D.**: Extracting wear information from 3D topography data, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Kronberger M.**, **Dörr N.**, **Rodriguez Ripoll M.**, **Frauscher M.**, Linhardt P.: Selective tribochemistry: a potentiodynamic study of a lubricated metal-ceramic contact, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Anifa Mohamed Faruck A.**, **Dörr N.**, Weigand M., Gachot C.: Lubricant choice for rotorcraft transmissions under loss of lubrication condition, Tagungsband, ÖTG 2018, Wien (AT), 2018
- Varga M.**: Abrasive wear in minerals processing: an experimental and numerical assessment to reduce abrasive and impact wear, Hard Rock, Tampere (FI), 2018
- Böhm H.-P., Hick H., **Edtmayer J.**, **Walch S.**, Lösch S., **Jech M.**, **Wopelka T.**: Emissionsreduktion und Reibungs- und Verschleißverhalten, Programm, Proceedings, 7. ATZ-Fachtagung Tribologie, Esslingen (DE), 2018
- Ujvari S.K.**, Gkagkas K., **Vernes A.**: Quantum chemistry vs. rheology of some EMIM-based ionic liquids, 9th "Multiscale Materials Modelling", Osaka (JP), 2018
- Gkagkas K., **Vernes A.**: Impact of ionic liquid ordering on their tribo-rheological properties, 9th "Multiscale Materials Modelling", Osaka (JP), 2018
- Rojacz H.**, **Nevosad A.**, **Tomastik C.**, **Cihak-Bayr U.**: Scratch testing from nano to macro scale, Program Guide, Tribology Frontiers Conf. 2018, Chicago (US), Session 1A, 2018
- Rojacz H.**, **Varga M.**: High-temperature abrasive wear studies of high alloyed cast irons, Program Guide, Tribology Frontiers Conf. 2018, Chicago (US), Session 4B, 2018
- Mohammadtabar K., **Eder S.J.**, **Bedolla P.O.**, **Dörr N.**, Martini A.: Reactive Molecular Dynamics Simulations of thermal film growth from di-tert-butyl disulfide on an Fe(100) surface, Program Guide, Tribology Frontiers Conf. 2018, Chicago (US), 2018
- Schuster M., Holzbauer R., Steiner H., Merstallinger A., **Brenner J.**: CONMON - contamination monitoring - a new method for on-line determination of condensing molecular organic contaminants, Download homepage, ISMSE 2018, Biarritz (FR), 2018
- Scheichl B.: Centred splash of a vertical jet on a horizontal rotating disc: the thin radial film in the parabolic and weakly elliptic limit, BAIL 2018, Glasgow (GB), 2018
- Stojanovic B.**, **Franeek F.**, Stotter C., Bauer C., Klestil T., Nehrer S., **Rodriguez Ripoll M.**: Bio-tribocorrosion of CoCrMo alloy sliding against bovine articular cartilage, book of abstracts, ICoBT 2018, Montreal (CA), S1.5, 2018
- Stotter C., Bauer C., **Stojanovic B.**, **Rodriguez Ripoll M.**, **Gocerler H.**, **Franeek F.**, Klestil T., Nehrer S.: In-vitro chondrocyte viability and gene expression in a metal-on-cartilage bearing system: influence of velocity and load, book of abstracts, ICoBT 2018, Montreal (CA), S15.3, 2018
- Bauer C., **Gocerler H.**, Niculescu-Morzsza E., Jeyakumar V., Stotter C., **Toth I.**, Klestil T., **Franeek F.**, Nehrer S.: Effect of orientation on osteochondral grafts in a biotribological test system, Poster, ICoBT 2018, Montreal (CA), P20, 2018
- Six K., **Mihalj T.**, Trummer G., Marte C., Krishna V. V., Hossein-Nia S., Stichel S.: Assessment of running gears regarding rolling contact fatigue of wheels and rails based on stochastic simulations, CM 2018, Delft (NL), 2018
- Dörr N.**, **Cihak-Bayr U.**, **Molnar W.**, **Badisch E.**, **Franeek F.**: Tribologische Eigenschaften biobasierter Polymere, CD, GfT 2018, Göttingen (DE), Manuskript Nr. 22/1, 2018
- Edtmayer J.**, **Walch S.**, Hick H., **Wopelka T.**, **Jech M.**, Lösch S.: Methode zur parallelen, zeitaufgelösten Verschleiß- und Reibungsanalyse am Einzylinder Forschungsmotor, CD, GfT 2018, Göttingen (DE), Manuskript Nr. 20/1, 2018
- Voyer J., Mielonen K., Jiang Y., Klien S., Ausserer F., Velkavrh I., Hillman L., Suvanto M., Pakkanen T.A., Diem A.: Ice Friction Behaviour of Micro-Structured Polymer Surfaces, CD, GfT 2018, Göttingen (DE), Manuskript Nr. 42/1, 2018
- Jakab B.**, Jakab M., Gamsjäger N.: Tribological modelling and surface characterization of composite calender rolls, Programme, PolyTrib 2018, Portoroz (SI), 2018
- Friesenbichler W., Blutmager A., Gebauer T.: Influence of shear rate and viscous dissipation on abrasive wear of a powder metallurgical mould steel, book, of abstracts, stick, 8th PMI 2018, Guimaraes (PT), paper No 115, 2018
- Badisch E.**, **Eder S.J.**, **Leroch S.**, **Varga M.**: From micro-finish to wear of tools & components: the role of tribology expertise for abrasive processes, eingeladener Vortrag, Tagung PEG 2018, Graz (AT), 2018
- Rodriguez Ripoll M.**, **Kohlhauser B.**, **Pejakovic V.**, Mayrhofer P.H.: Tribocorrosion performance of molybdenum and tungsten nitride coatings in artificial seawater, stick, EUROCORR 2018, Krakow (PL), 13/116147, 2018
- Rodriguez Ripoll M.**, **Trausmuth A.**, **Badisch E.**, **Bedolla P.O.**, **Eder S.J.**: Performance of corrosion inhibitors during simultaneous sliding and CO<sub>2</sub> corrosion under anoxic conditions, stick, EUROCORR 2018, Krakow (PL), 18/116742, 2018
- Varga M.**, **Haas M.**, **Schneidhofer C.**, Adam K.: Wear intensity evaluation in conveying systems – an acoustic emission and vibration measurement approach, book of abstracts, 45th Leeds-Lyon-Symposium, Leeds (GB), 2018
- Varga M.**, **Grundtner R.**, **Maurer A.**, **Pirker F.**, Kirchgassner M.: Online wear measurement of roller presses under harsh environmental conditions, book of abstracts, 45th Leeds-Lyon-Symposium, Leeds (GB), 2018
- Ujvari S.K.**, **Ristic I.**, Gachot C., **Vernes A.**: Roughness study of computer-generated textured surfaces, book of abstracts, 45th Leeds-Lyon-Symposium, Leeds (GB), 2018
- Rahmani R., Antonov M., Kollo L., **Bedolla P.O.**, **Katsich C.**, **Badisch E.**: Modelling of impact-abrasive wear processes and materials, book of abstracts, 45th Leeds-Lyon-Symposium, Leeds (GB), 2018
- Bauer C., Niculescu-Morzsza E., Jeyakumar V., Kern D., **Gocerler H.**, **Toth I.**, Nehrer S.: Effect of orientation on osteochondral plugs in a biotribological test system, 5th TERMIS World Congress - 2018, Kyoto (JP), 2018

- Trausmuth A.**, Schmid R., Schamberger S., **Rodriguez Ripoll M.**, **Badisch E.**: Laser application layers to minimize wear on the switch frog point and in the transition area in welded rail joints, Railways 2018, Barcelona (ES), 2018
- Hoy M., Kometer B., Bürßner P., Puschalau G., **Eder S.J.**: SRP Equipment Customization Creating Value by Increasing Run Life in a Low Oil Price Environment, SPE Artificial Lift Conference and Exhibition, The Woodlands (US), Document ID: SPE-190958-MS, 2018
- Bauer C., Niculescu-Morzsza E., Jeyakumar V., Kern D., **Gocerler H.**, **Toth I.**, Nehrer S.: Effect of orientation on osteochondral grafts in a biotribological test system, Poster, abstract online, 8th World Congress of Biomechanics, Dublin (IE), 2018
- Velkavrh I.: Die Verwendung des SRV® Tribometers zur Analyse des Reibungsverhaltens bei Kaltumformprozessen, SRV Praxisforum OIP, München (DE), 2018
- Pauschitz A.**, **Lebersorger T.**: Anwendungsbeispiele zum SRV®-Tribometer aus dem österreichischen Kompetenzzentrum für Tribologie, SRV Praxisforum OIP, München (DE), 2018
- Eder S.J.**, **Cihak-Bayr U.**, **Rodriguez Ripoll M.**, **Gachot C.**: Exploring near-surface structural modifications of polycrystalline Cu and Fe in sliding systems using MD, Poster, GRC Conference - Tribology, Lewiston (US), 2018
- Besser C.**, **Ronai B.**, **Agocs A.**, **Dörr N.**: Herstellung von Motorölen mit definiertem Alterungszustand mittels einer Großmengenmethode, proc, stick, 5. Györer Tribologie-Tagung, Győr (HU), 2018
- Varga M.**, Antonov M., Tumma M., Adam K., Alessio K.O.: Comparison of two solid particle erosion test standards: gas blast vs. centrifugal erosion testing, conference booklet, stick, Nordtrib 2018, Uppsala (SE), 2018
- Varga M.**, **Cihak-Bayr U.**, Blutmager A., Mayrhofer P.H., Friesenbichler W.: Wear in injection moulding: assessment of different wear regimes, conference booklet, stick, Nordtrib 2018, Uppsala (SE), 2018
- Rodriguez Ripoll M.**, **Trausmuth A.**, Zehethofer G., **Badisch E.**: Friction and wear efficient tribosystems operating under oxygen-free conditions in oil and gas industry, conference booklet, stick, Nordtrib 2018, Uppsala (SE), 2018
- Caykara T., **Torres H.**, Hardell J., **Rodriguez Ripoll M.**, Prakash B.: High temperature tribological performance of Ag/MoS<sub>2</sub>-containing laser claddings, conference booklet, stick, Nordtrib 2018, Uppsala (SE), 2018
- Torres H.**, **Rodriguez Ripoll M.**, Prakash B.: Tribological behaviour of self-lubricating laser claddings under hot stamping simulated conditions, conference booklet, stick, Nordtrib 2018, Uppsala (SE), 2018
- Hsu C.-J.**, Stratmann A., Gachot C.: The effect of laser surface texturing on the formation of ZDDP tribofilms at thrust roller bearings, conference booklet, stick, Nordtrib 2018, Uppsala (SE), 2018
- Diem A., Ausserer F., Voyer J., Velkavrh I., Klien S.: Experimentelle Bauteiluntersuchungen von Oxidhybridschichten als verschleißfeste Gleitschicht in niederviskosen, hochflüchtigen Medien, Technische Fachtagung SGO-SST 2018, Bienne (CH), 2018
- Dörr N.**, **Frauscher M.**, **Besser C.**, Allmaier G.: Oxidative degradation of ester-based oils identified by isotope labelling and mass spectrometry, program guide, STLE 2018, Minneapolis (US), session 3Q, 2018
- Dörr N.**, **Ristic A.**, **Brenner J.**, **Besser C.**: Influence of ZDDP degradation on engine oil tribology – understanding on molecular level, program guide, STLE 2018, Minneapolis (US), session 6E, 2018
- Rodriguez Ripoll M.**, **Trausmuth A.**, **Totolin V.**, **Badisch E.**: Evaluation of corrosion inhibitors during simultaneous sliding and CO<sub>2</sub> corrosion for the oil and gas industry, program guide, STLE 2018, Minneapolis (US), session 5F, 2018
- Rodriguez Ripoll M.**, **Totolin V.**, Tomala A., Minami I.: In-situ generation of transition metal dichalcogenide tribofilms: Potentials and applications, program guide, STLE 2018, Minneapolis (US), session 4L, 2018
- Nyberg E., **Tomastik C.**, **Dörr N.**, Minami I.: Influence of atmosphere on boundary film formation from ionic liquids, program guide, STLE 2018, Minneapolis (US), session 3Q, 2018
- Leimhofer J.: Nuclear magnetic resonance spectroscopy as a useful tool for the analysis of emulsions, program guide, STLE 2018, Minneapolis (US), session 7C, 2018
- Beskova A., Radchenko L.: Development of additive package for hydraulic oil with HLP quality level, as an effective action in the implementation of the import substitution program, Conference brochure, Metalworking Fluids 2018, Moscow (RU), 2018
- Katona L.**, **Vorlaufer G.**: Accessing the real contact area through load-dependent electrical contact resistance data, download, program, 2nd Young Tribological Researcher Symposium, Berlin (DE), 2018
- Velkavrh I., Ausserer F., Klien S., Voyer J., Diem A., Lingenhölle K., Kafexhiu F., Mandrino D., Podgornik B., Rattenberger J., Schröttner H., Hofer F.: Advanced characterisation of nitrocarburised surfaces and the correlation with their tribological behaviour, download, program, 2nd Young Tribological Researcher Symposium, Berlin (DE), 2018
- Rodriguez Ripoll M.**, Zehethofer G., **Badisch E.**, **Trausmuth A.**: Optimization of the coupling roughness for reducing friction and tubing damage in CO<sub>2</sub> containing environment, Corrosion 2018, Phoenix (US), 2018
- Stotter C., Bauer C., Niculescu-Morzsza E., Jeyakumar V., **Gocerler H.**, **Toth I.**, Klestil T., Nehrer S.: Effect of orientation on osteochondral grafts, ICRS 2018, Macao (CN), 2018
- Eder S.J.**, **Cihak-Bayr U.**, **Pirker F.**: Simulationsgestützte Entwicklung oberflächennaher Gefügestrukturen zur Optimierung von Gleitkontakten, Workshop Material Digital, Freiburg (DE), 2018
- Velkavrh I., Ausserer F., Klien S., Voyer J., Diem A., Lingenhölle K., Kafexhiu F., Mandrino D., Podgornik B., Rattenberger J., Schröttner H., Hofer F.: Einfluss der Topographie von nitrierten Oberflächen auf das tribologische Verhalten, Programm, 3. Internationale Bodenseetagung, Friedrichshafen (DE), 2018
- Hick H., **Wopelka T.**, **Jech M.**, Löscher S., Edtmayer J., Walch S.: Multimethod concept for continuous wear-analysis of the piston group, SWCX18 - SAE World Congress Experience, Detroit (US), 2018
- Cihak-Bayr U.**, **Badisch E.**, **Pirker F.**, **Eder S.J.**: Microstructural evolution on the nanoscale as a tool to design low friction and low wear components, 64. Metallkunde-Kolloquium, Lech am Arlberg (AT), 2018
- Vorlaufer G.**, **Vernes A.**, **Tomastik C.**, **Dörr N.**: Contact mechanics of multiphase materials – Bridging the gap between micro and macro scale, Carb Trib 2018, Wien (AT), Wiener Neustadt (AT), 2018
- Dörr N.**, **Besser C.**, **Brenner J.**, **Lebel A.**, **Prünner D.**: Tribology of fuel-lubricated contacts with DLC coatings, Carb Trib 2018, Wien (AT), Wiener Neustadt (AT), 2018
- Velkavrh I., Kafexhiu F., Klien S., Ausserer F., Voyer J., Diem A.: The influence of carbide coarsening on friction and wear of thermally affected 9-12% Cr steels, stick, conference programme, Fracture Fatigue and Wear 2017, Porto (PT), 2018

**Öffentlichkeitsarbeit****Public Awareness**

N.N.: Customized solutions for industrial innovations, New Business, New Business Verlag GmbH, 2019

Pichler E.: Damit es (wie) geschmiert läuft, Die Presse, Die Presse, 2019

**Traumuth A., Badisch E., Dörr N., Franek F., Pauschitz A.:** Research activities at the Excellence Centre of Tribology with special focus on rail / wheel topics, Presentation, University of Tokyo, Advanced Mobility Research Center of Institute of Industrial Science ( ITS Center), Tokio (JP), 2019

**Dörr N., Pirker F., Franek F.:** Schmierung unter verschärften Bedingungen, Chemiereport, Chemiereport, 2019

**Jech M., Kübler A.:** Innovatives Messverfahren in Feuerbach: Dem Verschleiß auf der Spur – dank Radioaktivität, Headlinestory im Bosch-Intranet, Stuttgart (DE), 2018

Pusterschmied G., **Patocka F., Dörr N., Schmid U.:** Resonanter Mikrosensor zur Flüssigkeitsanalyse, Einreichung - Anton Paar Research Award für Instrumental Analytics & Characterization, Graz (AT), 2018

**Besser C., Agocs A., Ronai B.:** Schwarzes Gold 10.000 km pro Tag – Mit Hochgeschwindigkeit zum Gebrauchttöl, tecnet / accent Innovation Award 2018 - Poster, ecoPlus, Wiener Neustadt (AT), 2018

Gantar-Hofinger M.: Mitteilungen der ÖTG: Exzellenzzentrum für Tribologie in Wiener Neustadt vor neuer Herausforderung - COMET-Vorhaben "InTribology", Tribologie und Schmierungstechnik, expert Verlag, 2018

N.N.: Ich bin dann mal weg – Abbaubare Mg-Implantate erleichtern den Patienten das Leben, Chemiereport, Chemiereport, 2018

**Habilitation (laufend)****Habilitation (in progress)**

**Dörr N.:** Lubricants and Tribosurfaces - Advanced Analytical Chemistry to Bridge the Gap between Lubricant Composition and Performance, Technische Universität Wien, Wien (AT), 2019

**Dissertationen (abgeschlossen)****PhD Theses (finished)**

Mielonen K.: Hierarchically structured polymer surfaces: Curved surfaces and sliding behaviour on ice, Dissertation, Joensuu (FI), 2019

**Torres H.:** Development of self-lubricating laser cladding coatings for high temperature applications, Dissertation, Lulea (SE), 2019

**Kohlhauser B.:** Synergistic effect between PVD coatings and oil additives, Dissertation, Wien (AT), 2018

**Janka L.:** High temperature wear of thermal sprayed cermet coatings, Dissertation, Tampere (FI), 2018

**Linz M.:** Near surface damaging effects of tribocontacts - holistic understanding based on intelligent combination and merging high resolution analytical techniques, Dissertation, Saarbrücken (DE), 2018

Blutmager A.: Reibung und Verschleiß in der Plastifiziereinheit von Spritzgießmaschinen, Dissertation, Kottlingbrunn (AT), 2018

Monetti C.: Charakterisierung tribologischer Prozesse in der Umformtechnik am Beispiel der Innengewindeformung, Dissertation, Wien (AT), 2018

**Katona L.:** Nano-scale depth profiling in tribology, Wien (AT), 2018

Beskova A.: Entwicklung eines Additivpakets zu mineralischen hydraulischen Ölen, Dissertation, Samara (RU), 2018

**Dissertationen (in Arbeit)****PhD Theses (in progress)**

*Abgeschlossen nach Ende des Geschäftsjahres / finished after the end of the business year*

**Widder L.:** Oberflächenanalyse von Schmierstoffadditiven auf tribologisch belasteten Systemen, Dissertation, Wien (AT), 2019

Bauer C.: In Vitro osteoarthritis models - investigating the chondroprotective effect of hyaluronic acid and the tribological properties of articular cartilage, Dissertation, Donau Universität Krems, Krems (AT), 2019

**Miranda Medina M.L.:** Spectroscopic ellipsometry on highly polished surface, Dissertation, Johannes Kepler Universität Linz, Linz (AT), 2019

*Laufend / in progress*

**Anifa Mohamed Faruck A.:** Loss of lubrication in helicopter gears, Wien (AT)

**Fecské S.K.:** Estimation of load-dependent contact area over the length scales, Wien (AT)

**Patocka F.:** Lubricant condition monitoring – sensor system with MEMS resonator, Wien (AT)

**Walch S.:** Verschleißmessung mittels RIC am FRISC, Graz (AT)

**Edtmayer J.:** Motorwinkelaufgelöste Reibmessung am FRISC, Graz (AT)

Sharova E.: Ester-based hydraulic oils, Moscow (RU)

**Haas M.:** Akustische Emission zur Verschleißcharakterisierung, Wien (AT)

**Frauscher M.:** Kapillar-GC-El/CI-MS und -Niederenergie-MS/MS von Basisölen und Additiven in Schmierstoffen, Wien (AT)

**Katsich C.:** Influence of microstructure properties and processing of advanced MMC coatings on wear behaviour, Leoben (AT)

**Gocerler H.:** Investigation of tribology related surface interactions in biological media, Wien (AT)

Sequard-Base J.: Modelling of tribological processes, taking into account the mechanical and thermal energy input / friction work, Wien (AT)

- Mozhayskaya E.: Working title: Degradation of mechanisms of lubricants, Moscow (RU)
- Kronberger M.:** Corrosion behaviour in tribocontacts of metal pairings lubricated by ionic liquids, Wien (AT)
- Lüchinger M.: Process-optimized manufacturing of tailored drawn tubes, Dortmund (DE)
- Havlicek G.: Laufverhalten von Kranlaufrädern, Wien (AT)
- Hsu C.-J.:** Mechanism of ZDDP tribofilm formation and the role of laser surface texturing, Wien (AT)
- Ramopoulou L.:** Verhalten des geschmierten Tribokontaktes – Rückkopplung in den Schmierstoff – Kopplung in das System: ausgewählte Material-/Schmierstoffpaarung, Wien (AT)
- Srbulovic M.:** Superlubricity, Wien (AT)
- Stojanovic B.:** Biotribological behaviour of partial implants, Krems (AT)

### Diplom-/Masterarbeiten (abgeschlossen)

### Diploma/Master Theses (finished)

- Tevkos T.: The development of turbine blade calculation system, Master Thesis, Belgrade (RS), 2018
- Zidar D.: Vergleichende Verschleißuntersuchung mit Plättchen-Verschleißmethode, Master Thesis, Leoben (AT), 2018
- Schmidt T.: Untersuchung des Einflusses der Einspritzgeschwindigkeit im Plättchen-Verschleißtest, Master Thesis, Leoben (AT), 2018
- Caykara T.: Self-Lubricating Properties of Laser Claddings for High Temperature Forming Processes, Master Thesis, Lulea (SE), 2018
- Fiel A.: Machine specific sensor map for condition monitoring systems, Master Thesis, Wien (AT), 2018
- Ivanova T.: Synthesis and investigation of properties of acidic monoglycolic ester of alkenylsuccinic acid as corrosion inhibitor for oils, Master Thesis, Moscow (RU), 2018
- Jakab M.: Vergleich der Verschleißmechanismen zwischen rollenden und gleitenden Beanspruchungen von Werkstoffpaarungen aus Metall und polymeren Kompositen, Master Thesis, Veszprem (HU), 2018
- Poches N.: Tribological characteristics of MAO-coatings in environmental lubricants, Master Thesis, Moscow (RU), 2018
- Krailers N.:** Analyse der Wärmeenergiebilanz in einem Modelteststand für Reibkupplungen aus der Automobilindustrie, Master Thesis, Wieselburg (AT), 2018
- Zica P.: Tribological measurements in conditions of lubricated contact between viscoelastic solids, Master Thesis, Bari (IT), 2018

### Diplom-/Masterarbeiten (in Arbeit)

### Diploma/Master Theses (in progress)

*Abgeschlossen nach Ende des Geschäftsjahres / finished after the end of the business year*

- Jandi P.:** Life-Cycle Analyse von Hochofenkomponenten zur Ermittlung von Schwerpunktproblemen und Ableitung von Instandhaltungsstrategien, Masterarbeit, Wien (AT), 2019
- Prüner D.:** Charakterisierung des Reibungs- und Verschleißverhaltens von Ottokraftstoff-geschmierten Tribo-Kontakten, Diplomarbeit, Wien (AT), 2019
- Stefanova A.: Einfluss von Temperatur und Luftfeuchte auf die tribologische Performance von Graphitplatten in Gleitmodulen für Bandanlagen, Diplomarbeit, Wien (AT), 2019
- Halilovic H.:** Auslegung und Konstruktion eines reibungsarmen Zwei-Scheiben-Tribometers für niedrige Schlupfverhältnisse, Diplomarbeit, Wien (AT), 2019
- Oberhumer P.: Transmissionselektronenmikroskopie-, Augerelektronenspektroskopie- und winkelaufgelöste Röntgenelektronenspektroskopie-Untersuchungen an metallischen Oberflächen, Master Thesis, Linz (AT), 2019

*Laufend / in progress*

- Freudenberger M.:** Verbreiterung der Plastizität, Masterarbeit, Wiener Neustadt (AT)
- Herr M.: Experimentelle Untersuchungen von Impakt-Vorgängen auf einen Keramik-Gummi-Verbund, Diplomarbeit, Wien (AT)
- lelchici C.:** Prerequisites regarding numerical modelling and implementation of a Hardware-in-the-Loop based relay test environment, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT)
- Krzyzanowski L.: Slot die coating: theoretical prediction of film properties, Master Thesis, Wien (AT)
- Maj M.:** Optische Erfassung von Verschleißplatten, Masterarbeit, Wiener Neustadt (AT), 2019
- Reif J.: Second Harmonic Generation for Analyzing the Electrochemical Surface, Master Thesis, Linz (AT)
- Ronai B.:** Statistical evaluation of tribometrical and chemical data for elucidation of structure-surface activity relationships, Diplomarbeit, Wien (AT)
- Stelzl J.:** Tribocorrosion of Magnesium, Diplomarbeit, Wien (AT)
- Wagner F.: Application and assessment of statistical methods for a comprehensive evaluation of tribometrical data, Master Thesis, Wien (AT)
- Zeba L.: Topographiemessungen mit AFM an technisch-rauen Oberflächen, Masterarbeit, Linz (AT)

**Patente****Patents**

**Franek F., Pauschitz A., Jisa R.:** Vorrichtung zum Charakterisieren von Reibung, AT 518336 A1, Wien (AT), 2019

**Katona L.:** Electrical machine with brush and commutator having a specific distribution of electrical conductivity for suppression of sparking, Patent, Veröffentlichungsnr. MX 2016009557 A, EP 3127196 A1, 2018

**Katona L.:** Electrical machine with brush and commutator having a specific distribution of electrical conductivity for suppression of sparking, Patent, Veröffentlichungsnr. JP 2017523748 A, EP 3127196 A1, 2018

**Katona L.:** Electrical machine with brush and commutator having a specific distribution of electrical conductivity for suppression of sparking, Patent ZL201580004489.2 (Bezugnehmend auf Veröffentlichung CN 106537735 B vom 5.04.2019)

**Patentanmeldungen****Patent Applications**

**Rodriguez Ripoll M., Totolin V.:** Chalkogenhaltige Aminosäuren als Reagens zur In-situ-Erzeugung tribotechnisch vorteilhafter Oberflächen(schichten) von Gleitpartnern, AT 519436 A1, 2019

**Torres F.H., Rodriguez Ripoll M., Katsich Ch., Prakash B.:** Tribotechnisch vorteilhafte chalkogen- und silberhaltige Schicht zur Reibungs- und Verschleißminimierung sowie Herstellung und Verwendung einer derartigen Schicht, AT 519287 A1, 2019

Patocka F., Schmid U., Schneider M., **Schneidhofer C., Dörr N.:** Sensor zur Erfassung von Fluideigenschaften, Anmelde-nr. A 50606/2018, PCT/AT2019/060214

**Schutzmarken (seit 2002)****Trade Marks (since 2002)**

„AC<sup>2</sup>T“-Registrierungsbestätigung, Rg.-Nr. 208487, AM 6345/2002, Österreichisches Patentamt, Wien, (A), 18.02.2003, 2003.

„FAC<sup>2</sup>TS“-Registrierungsbestätigung, Rg.-Nr. 242366, AM 7114/2007, Österreichisches Patentamt, Wien (A), 10.12.2007, 2007.

# Finanzbericht

# Financial Report

**Bilanz zum 31.03.2019**  
**Balance Sheet as at 31.03.2019**

<b>A K T I V A / A S S E T S</b>	<b>31.03.2019</b>	<b>31.03.2018</b>
	in € gerundet	in 1.000 € gerundet
<b>A. ANLAGEVERMÖGEN / FIXED ASSETS</b>	<b>1.774.810</b>	<b>1.612</b>
I. Immaterielle Vermögensgegenstände / <i>Intangible assets</i>		
1. Datenverarbeitungsprogramme / <i>Software</i>	6.339	9
II. Sachanlagen / <i>Tangible assets</i>		
1. Technische Anlagen und Maschinen / <i>Technical equipment and machinery</i>	1364.628	1316
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung / <i>Other assets, tools and equipment</i>	62.448	112
3. Geleistete Anzahlungen - Anlagen in Bau / <i>Down payments made, assets under construction</i>	188.254	31
1615.330	1459	
III. Finanzanlagen / <i>Financial assets</i>	153.140	144
1. Anteile an verbundenen Unternehmen / <i>Shares in affiliated companies</i>	74.850	75
2. Wertpapiere des Anlagevermögens / <i>Long-term securities</i>	78.290	69
<b>B. UMLAUFVERMÖGEN / CURRENT ASSETS</b>	<b>7.173.582</b>	<b>5.367</b>
I. Vorräte / <i>Inventories</i>		
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe / <i>Operating supplies</i>	71914	86
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen / <i>Services not yet chargeable</i>	69.380	56
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände / <i>Receivables and other assets</i>		
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade receivables</i>	1037.068	432
2. Sonstige Forderungen / <i>Other receivables</i>	592.254	1062
1629.321	1494	
III. Wertpapiere und Anteile / <i>Securities and shares</i>		
1. Sonstige Wertpapiere und Anteile / <i>Other securities and shares</i>	0	0
IV. Kassenbestand und Guthaben bei Kreditinstituten / <i>Cash on hand, cash in bank</i>	5.402.966	3.730
<b>C. AKTIVE RECHNUNGSABRENDUNGSPOSTEN / DEFERRED CHARGES AND PREPAID EXPENSES</b>	<b>37.015</b>	<b>20</b>
<b>C. AKTIVE LATENTE STEUERN / DEFERRED TAXES</b>	<b>14.757</b>	<b>14</b>
<b>S u m m e A K T I V A / T o t a l A S S E T S</b>	<b>9.000.164</b>	<b>7.014</b>
<b>P A S S I V A / L I A B I L I T I E S</b>		
<b>A. EIGENKAPITAL / CAPITAL AND RESERVES</b>	<b>3.248.679</b>	<b>2.759</b>
I. Nennkapital / <i>Nominal capital</i>		
1. Stammeinlage / <i>Share capital</i>	100.000	100
II. Bilanzgewinn / <i>Net profit</i>	3.148.679	2.659
1. Gewinnvortrag / <i>Profit carried forward</i>	2.658.536	2.645
2. Jahresgewinn / <i>Profit</i>	490.144	14
<b>B. RÜCKSTELLUNGEN / RESERVES</b>	<b>621.833</b>	<b>443</b>
1. Pensionsrückstellungen / <i>Reserves for pension</i>	78.290	69
2. Sonstige Rückstellungen / <i>Other reserves</i>	543.542	374
<b>C. VERBINDLICHKEITEN / LIABILITIES</b>	<b>5.129.652</b>	<b>3.759</b>
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten / <i>Liabilities to banks</i>	0	0
2. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen / <i>Advanced payment received on orders</i>	3.310.004	2.387
3. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade accounts payable</i>	1232.607	873
4. Sonstige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	587.040	499
a) aus Steuern / <i>For taxes</i>	21646	14
b) im Rahmen der sozialen Sicherheit / <i>For social security</i>	147.641	122
c) Übrige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	417.753	363
<b>E. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED LIABILITIES</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>S u m m e P A S S I V A / T o t a l L I A B I L I T I E S</b>	<b>9.000.164</b>	<b>7.014</b>

**Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2018 - 31.03.2019)**  
**Income Statement**

	01.04.2018 - 31.03.2019 in € gerundet	01.04.2017 - 31.03.2018 in 1000 € gerundet
<b>1. Umsatzerlöse / Revenues</b>	<b>12.057.365</b>	<b>10.341</b>
a Erlöse / Sales revenues	12.661.232	11516
b Erlösaufgrenzung / Accrual of revenues	-603.867	-1.175
<b>2. Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen / Changes in services not yet invoiced</b>	<b>13.483</b>	<b>0</b>
<b>3. Andere aktivierte Eigenleistungen / Company-produced additions to plant and equipment</b>	<b>124.005</b>	<b>98</b>
<b>4. Sonstige betriebliche Erträge / Other operating income</b>	<b>801.408</b>	<b>525</b>
a Erträge aus Abgang Anlagevermögen / Income from disposal of fixed assets	79.445	0
b Auflösung von Rückstellungen / Release of provisions	0	5
c Sonstige / Others	721.963	520
<b>Aufwand für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen / Costs of materials and purchased services</b>	<b>-4.413.909</b>	<b>-3.767</b>
a Materialaufwand / Material	-307.819	-206
b Aufwendungen für bezogene Leistungen / Purchased services	-4.106.090	-3.561
<b>6. Personalaufwand / Personnel expenses</b>	<b>-6.145.090</b>	<b>-5.378</b>
a Gehälter / Salaries	-4.781.634	-4.135
b Aufwendungen für Mitarbeitervorsorge / Expenses for employee preparedness	-70.358	-63
c Aufwendungen für Altersvorsorge / Expenses for retirement provision	-7.972	-36
d Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben, entgeltabhängige Abgaben und Pflichtbeiträge / Social security contributions, salary related duties and compulsory contributions	-1.285.126	-1.144
<b>7. Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen / Depreciation and amortisation</b>	<b>-629.198</b>	<b>-505</b>
<b>8. Sonstige betriebliche Aufwendungen / Other operating expenses</b>	<b>-1.319.621</b>	<b>-1.309</b>
<b>9. Betriebsergebnis / Operating Income</b>	<b>488.444</b>	<b>4</b>
10 Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge / Interest and similar income	3.054	1
11 Erträge aus dem Abgang von und der Zuschreibung zu Finanzanlagen und Wertpapieren des Umlaufvermögens / Income from financial assets	0	0
12 Aufwendungen aus Finanzanlagen - Abschreibungen / Costs from financial assets - depreciation	0	0
13 Zinsen und ähnliche Aufwendungen / Interest and similar expenses	0	0
<b>14 Finanzergebnis / Financial Result</b>	<b>3.054</b>	<b>1</b>
<b>15. Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit / Earning before tax</b>	<b>491.497</b>	<b>5</b>
16. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag / Total taxes on income	-1.354	9
<b>17. Jahresergebnis / Net Result of the Year</b>	<b>490.144</b>	<b>14</b>
18. Gewinnvortrag / Profit carried forward from the previous year	2.658.536	2.645
<b>19. Bilanzgewinn / Profit</b>	<b>3.148.679</b>	<b>2.659</b>

Hinweis: Auf Beschluss der Generalversammlung wird das Ergebnis auf neue Rechnung vorgetragen.

## Anhang Annex

### I. Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Die Bilanzierung für das Wirtschaftsjahr 2018/2019 erfolgte unter Anwendung der Rechnungslegungsbestimmungen des Unternehmensgesetzbuches (UGB) in der derzeit geltenden Fassung unter Beachtung der ergänzenden Bestimmungen des EU-Gesellschaftsrechtsänderungsgesetzes (EU-GesRÄG).

Der Jahresabschluss wurde unter Beachtung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung, sowie unter der Beachtung der Generalnorm, ein möglichst getreues Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage des Unternehmens zu vermitteln, aufgestellt. Bei der Erstellung des Jahresabschlusses wurde der Grundsatz der Vollständigkeit eingehalten. Bei der Bewertung der einzelnen Vermögensgegenstände und Schulden wurde der Grundsatz der Einzelbewertung beachtet und eine Fortführung des Unternehmens unterstellt.

Für die Gewinn- und Verlustrechnung wurde das Gesamtkostenverfahren angewendet. Im Interesse einer klaren Darstellung wurden in der Bilanz und in der Gewinn- und Verlustrechnung einzelne Posten zusammengefasst, bzw. sind Posten im Anhang gesondert dargestellt. Dem Vorsichtsprinzip wurde dadurch Rechnung getragen, dass nur die am Abschlussstichtag realisierten Gewinne ausgewiesen wurden. Alle erkennbaren Risiken und drohenden Verlusten wurde durch Rückstellungen entsprechend Rechnung getragen.

Angaben gemäß § 239 Abs. 1 Z 2 UGB: Die unter dem Posten „Aufwendungen für Mitarbeitervorsorge“ ausgewiesenen Aufwendungen betreffen zur Gänze Aufwendungen für Mitarbeitervorsorgekassen.

#### 1. Anlagevermögen

##### Immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen

Die immateriellen Vermögensgegenstände und das abnutzbare Sachanlagevermögen wurden zu Anschaffungs- bzw. Herstellkosten, abzüglich planmäßiger linearer Abschreibungen, bewertet (§§ 203 und 204 UGB). Die Sätze der Normalabschreibung entsprechen den handels- und steuerrechtlichen Vorschriften (§ 204 UGB und §§ 7 und 8 EStG 1988). Die Nutzungsdauer für die Betriebs- und Geschäftsausstattung beträgt 3 bis 10 Jahre, für Maschinen und Geräte 3 bis 10 Jahre, für Software 4 Jahre und für EDV-Hardware 3 oder 4 Jahre.

Geringwertige Vermögensgegenstände des Anlagevermögens (Anschaffungswert bis € 400) werden im Jahr der Anschaffung voll abgeschrieben (§ 13 EStG 1988).

In Anlehnung an die steuerlichen Bestimmungen (§ 7 EStG 1988) wird für Zugänge des ersten Halbjahres die volle Jahresabschreibung, für Zugänge des zweiten Halbjahres die halbe Jahresabschreibung, angesetzt.

##### Finanzanlagevermögen

Finanzanlagen wurden zu Anschaffungskosten angesetzt, sofern nicht eine dauernde Wertminderung erwartet wird.

#### 2. Umlaufvermögen

##### Vorräte

Die Vorräte wurden einzeln zu Anschaffungskosten unter Beachtung des Niederstwertprinzips bewertet. Noch nicht abrechenbare Leistungen wurden zu Herstellungskosten bewertet.

##### Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände wurden zum Nennwert angesetzt.

#### 3. Aktive Rechnungsabgrenzungsposten

Die Rechnungsabgrenzungsposten wurden gemäß dem Vorsichtsprinzip angemessen bewertet (§ 198 Abs. 5 UGB).

#### 4. Pensionsrückstellungen

Die Rückstellungen für Pensionen wurden nach anerkannten versicherungsmathematischen Grundsätzen unter Anwendung der Pensionstafel von Pagler/Pagler sowie des Ansammlungsverfahrens, und unter Zugrundelegung eines Rechnungszinssatzes in der Höhe von 1,7 % gebildet. Es wird mit einer fixen Steigerung der Alterspension um 2 % kalkuliert.

Die betreffende Pensionsrückdeckungsversicherung besteht aus 2 fondsgebundenen Lebensversicherungen bei der Generali Versicherungen AG und wurde in der Position Wertpapiere und Wertrechte ausgewiesen.

#### 5. Sonstige Rückstellungen

In den sonstigen Rückstellungen wurden unter Beachtung des Vorsichtsprinzips alle zum Zeitpunkt der Bilanzerstellung erkennbaren Risiken, und der Höhe oder dem Grunde nach ungewisse Verbindlichkeiten, mit den Beträgen berücksichtigt, die nach kaufmännischer Beurteilung erforderlich sind (§ 198 Abs. 8 UGB).

#### 6. Verbindlichkeiten

Die Verbindlichkeiten wurden gemäß § 211 Abs. 1 UGB mit dem Erfüllungsbetrag, unter Bedachtnahme auf den Grundsatz der Vorsicht ermittelt.

#### 7. Passive Rechnungsabgrenzungsposten

Es lagen zum Abschlusszeitpunkt keine passiven Rechnungsabgrenzungsposten vor.

#### 8. Änderungen von Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Die bisher angewandten Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden wurden auch bei der Erstellung des vorliegenden Jahresabschlusses beibehalten.

## II. Erläuterungen zur Bilanz

### 1. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Darstellung der Restlaufzeiten gemäß § 225 Abs. 3 UGB:

in € gerundet	Restlaufzeit		Bilanzwert
	< 1 Jahr	> 1 Jahr	
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	1.037.068 VJ: 432.360	0 VJ: 0	1.037.068 VJ: 432.360
Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstand	586.001 VJ: 1.056.557	6.253 VJ: 5.423	592.254 VJ: 1.061.980
<b>Summe</b>	<b>1.623.068</b> VJ: 1.488.917	<b>6.253</b> VJ: 5.423	<b>1.629.321</b> VJ: 1.494.340

Unter dem Posten „Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände“ sind Erträge in der Höhe von € 583.514,32 (Vorjahr: € 1.054.395,00) enthalten, welche erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 3 UGB). Die Forderungen wurden zum Nennwert bewertet.

### 2. Aktive latente Steuern

Latente Steuerschulden und Steueransprüche werden auf Basis der erwarteten Steuersätze ermittelt, die zum Zeitpunkt der Erfüllung der Steuerbelastung oder -entlastung voraussichtlich Geltung haben werden. Zwischen den unternehmensrechtlichen und steuerrechtlichen Wertansätzen bestehen folgende Unterschiedsbeträge bzw. Steuerlatenzen:

in € gerundet	Aktiv 31.03.2019	Passiv 31.03.2019	Aktiv 31.03.2018	Passiv 31.03.2018	Bewegungen 2018/2019
Rückstellung für Pensionen	59.028	0	57.442	0	1.586
<b>Summe Unterschiedsbeträge</b>	<b>59.028</b>	<b>0</b>	<b>57.442</b>	<b>0</b>	<b>1.586</b>
Aktive (+) / passive (-) latente Steuerabgrenzung 25 %	14.757	0	14.361	0	396

### 3. In der Bilanz nicht gesondert ausgewiesene Rückstellungen

Folgende Rückstellungen haben einen erheblichen Umfang, wurden jedoch in der Bilanz nicht gesondert ausgewiesen:

in € gerundet	Stand 01.04.2018	Verwendung	Auflösung	Zuweisung	Stand 31.03.2019
Rückstellung für Jahresabschluss	7.300	7.300	0	7.300	<b>7.300</b>
Rückstellung für noch nicht konsumierte Urlaube	162.358	162.358	0	282.221	<b>282.221</b>
Rückstellung für sonstige Personalverpflichtungen	13.449	13.449	0	26.314	<b>26.314</b>
Rückstellungen für anteilige Sonderzahlungen	190.625	190.625	0	222.707	<b>222.707</b>
Sonstige Rückstellungen	0	0	0	5.000	<b>5.000</b>
<b>Summe</b>	<b>373.732</b>	<b>373.732</b>	<b>0</b>	<b>543.542</b>	<b>543.542</b>

### 4. Verbindlichkeiten

Darstellung der Restlaufzeiten gemäß §§ 225 Abs. 6 iVm 237 Z 1 UGB:

Unter dem Posten „Sonstige Verbindlichkeiten“ sind Aufwendungen in der Höhe von T€ 567,7 (Vorjahr: T€ 499,3) enthalten, die erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 6 UGB). Im Wesentlichen handelt es sich um Sicherheitsbeiträge für Sachleistungen in Höhe von T€ 313 (VJ: T€ 293) und Gehaltsabgaben in Höhe von T€ 228 (VJ: T€ 189).

Unter den „Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen“ sind Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht, in Höhe von T€ 34,7 (Vorjahr: T€ 25,6) enthalten.

**5. Verpflichtungen aus der Nutzung von in der Bilanz nicht ausgewiesenen Sachanlagen**

Die Kündigungsfristen sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt. Teilflächenkündigungen bei Raummietverträgen sind möglich. Aus der Nutzung von folgenden in der Bilanz nicht ausgewiesenen Sachanlagen (§ 224 Abs. 2 A II UGB) ergeben sich für das nächste Geschäftsjahr, bzw. für die folgenden fünf Jahre, Verpflichtungen (§ 237 Z 8 UGB) wie folgt:

Gegenstand / Bezeichnung (Werte nicht indexiert)	Kündigungsfristen (Monate)	Verpflichtung für das folgende Jahr	Verpflichtung für die nächsten 5 Jahre	gegenüber verbundenen Unternehmen
Miete & Betriebskosten	3-5	€ 730.306	€ 3.651.534	€ 0
Miete Parkplatz	1	€ 3.813	€ 19.064	€ 0
Leasing Kopierer/Telefonanlage/Webserver	3	€ 10.111	€ 50.555	€ 0
Leasing Firmenfahrzeuge	48 - 60	€ 26.682	€ 133.411	€ 0
<b>Summe</b>		<b>€ 770.912</b>	<b>€ 3.854.564</b>	<b>€ 0</b>

**III. Erläuterungen zur Gewinn- und Verlustrechnung**

**1. Betriebsergebnis**

Im Betriebsergebnis sind keine aperiodischen Erlöse enthalten (§ 233 UGB). Im Betriebsergebnis sind steuerliche Prämien gemäß § 108 EStG in Höhe von € 719.849,45 (VJ: € 520.000) enthalten; davon betreffen € 300.000 (VJ: € 520.000) die Forschungsprämie, € 419.849,45 (VJ: € 0) den Erlössaldo zum Bilanzansatz für die Forschungsprämien aus den Vorjahren.

Gemäß Gesellschaftsvertrag Punkt XVII. ist ein Gewinn auf neue Rechnung vorzutragen oder in eine Rücklage einzustellen. Eine Gewinnausschüttung an Gesellschafter findet nicht statt.

**2. Umsatzerlöse**

Bezüglich der Aufgliederung der Umsatzerlöse wird von der Schutzklausel des § 237 Z9 Gebrauch gemacht.

**IV. Sonstige Angaben**

**1. Organe der Gesellschaft**

Geschäftsführer während des Geschäftsjahres waren Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas PAUSCHITZ (seit 03.10.2006) und Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Friedrich FRANEK (seit 06.09.2002).

Angaben gemäß § 239 (1) Z3 + 4 UGB werden gemäß § 242 (4) UGB unterlassen.

**2. Dienstnehmer und Dienstnehmerinnen**

Die durchschnittliche Zahl der Dienstnehmer und Dienstnehmerinnen im Geschäftsjahr beträgt (§ 239 Abs.1 Z 1 UGB):

(in Köpfen)	Geschäftsjahr	Vorjahr
<b>Angestellte</b>	<b>127</b>	<b>119</b>

**3. Aufwendungen für den Abschlussprüfer**

Die Aufwendungen für die Wirtschaftsprüfung belaufen sich auf ca. € 4.500.

**4. Beteiligungsunternehmen**

Aerospace & Advanced Composites GmbH, Viktor-Kaplan-Straße 2/F, 2700 Wiener Neustadt; Stammkapitalanteil: 49,9 % (Vorjahr: 49,9 %); Wirtschaftsjahr: 01.07. bis 30.06. des Folgejahres; es wurde keine Gewinnausschüttung vorgenommen.

Angaben gemäß § 238 (1) Z4 + Z20 UGB werden mit Verweis auf § 242 (2 + 3) UGB unterlassen, da diese nach vernünftiger unternehmerischer Beurteilung geeignet sind, dem Unternehmen bzw. dem verbundenen Unternehmen einen erheblichen Nachteil zuzufügen.





Landesgesellschaft  
Österreich

# ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle  
der TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH

bescheinigt, dass die Organisation



**AC2T research GmbH**

Viktor-Kaplan-Straße 2/C  
A-2700 Wiener Neustadt

für den Geltungsbereich

**Laboratorium für Schmierstoffe**  
**Laboratorium für Metallographie und Mikroskopie**  
**Laboratorium für Verschleißprozesse und Oberflächengestaltung**  
**Laboratorium zur Tribosystem Charakterisierung**  
**Laboratorium zur Tribosystem-Modellierung und Simulation**

ein Managementsystem  
eingeführt hat und anwendet.


Durch ein Audit, Bericht-Nr. **1531206**

wurde der Nachweis erbracht, dass die Forderungen der

**ISO 9001:2015 und ISO 14001:2015**

erfüllt sind. Dieses Zertifikat ist gültig bis **30. April 2022**

Zertifikat-Registrier-Nr. **QU1530899**

  
Wien, 2019-06-30

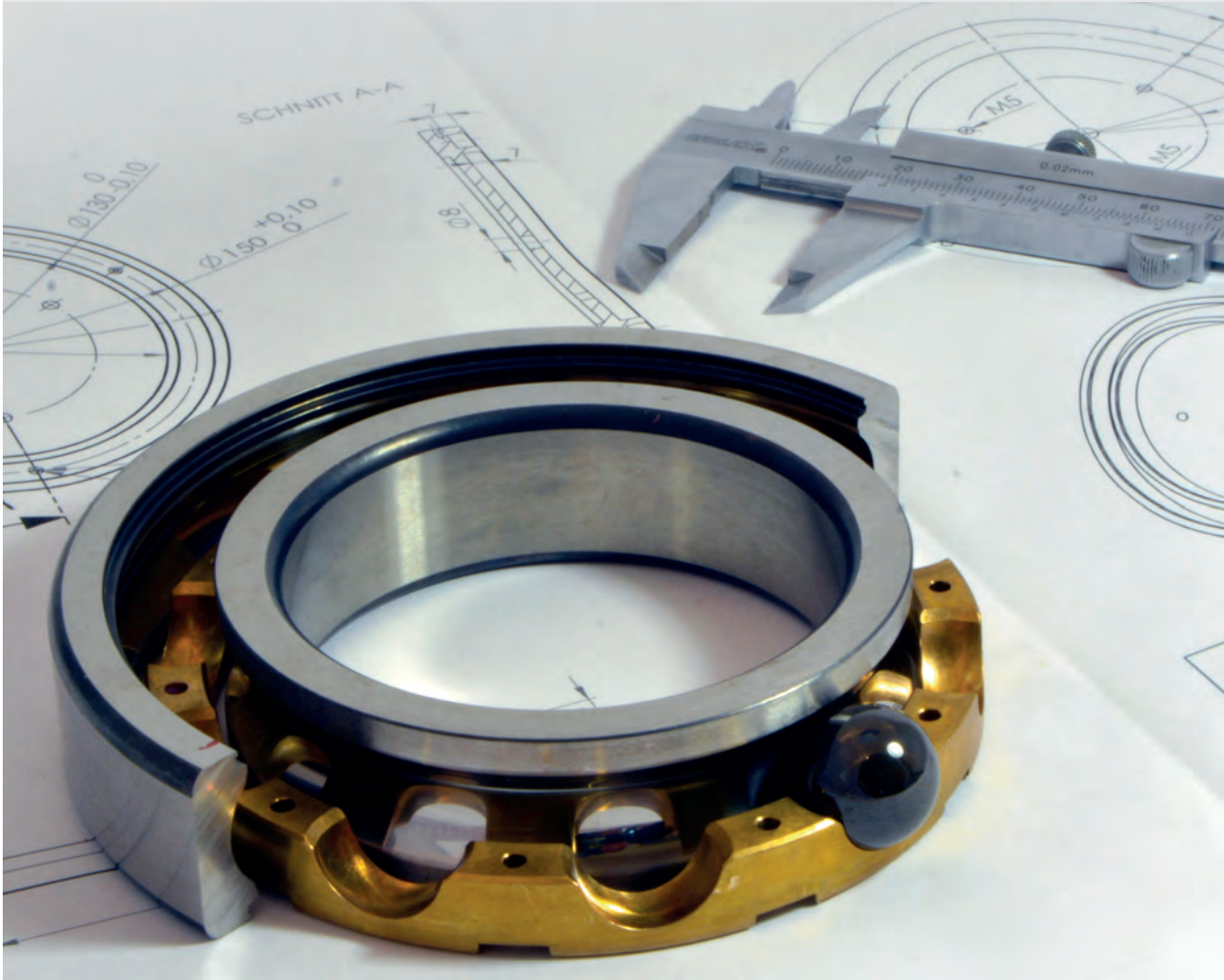


## IMPRESSUM

Medieninhaber, Herausgeber, Verleger:

**AC2T research GmbH**

Viktor-Kaplan-Straße 2/C  
2700 Wiener Neustadt, Österreich  
+43 (0) 2622 81600  
office@ac2t.at  
www.ac2t.at  
FN 225694 d



Für den Inhalt verantwortlich:

Prof. Dr. Andreas PAUSCHITZ  
Univ.-Prof. Dr. Friedrich FRANEK

Bilder, Grafiken & Design: AC2T research GmbH

Druck: Ferdinand Berger & Söhne GmbH, Horn



supported by

