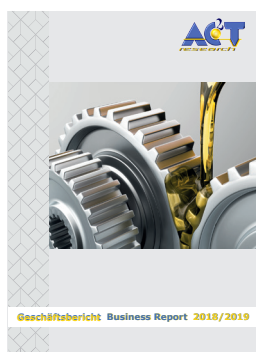
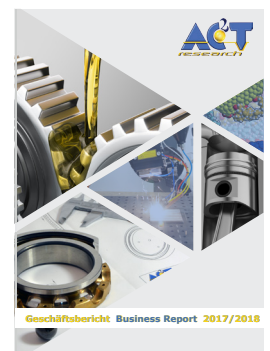
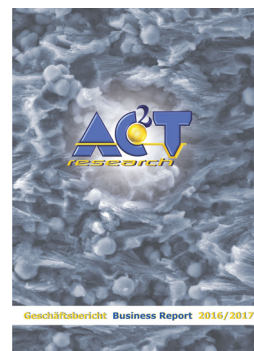
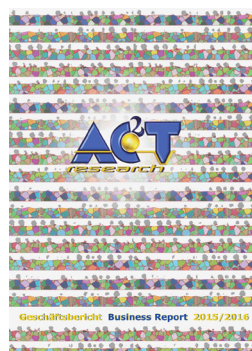
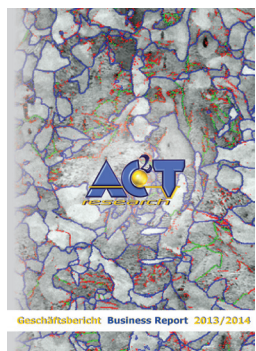
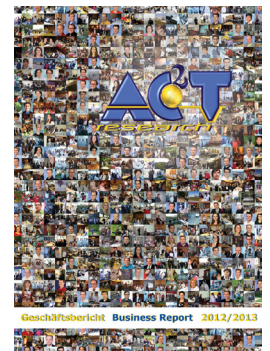
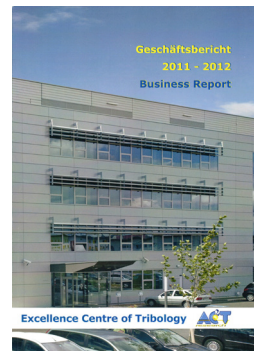
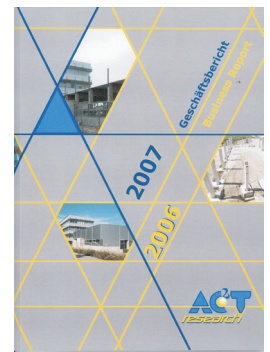
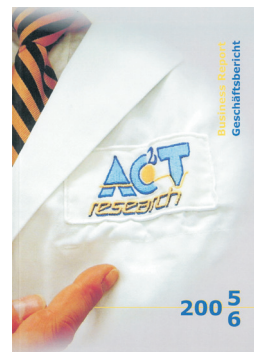
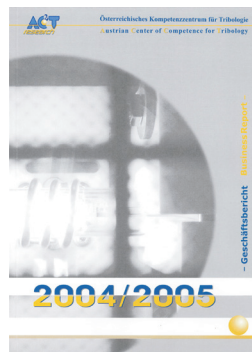




Geschäftsbericht Business Report 2021/2022





Operator of the COMET K2



01.04.2021

Geschäftsbericht

31.03.2022

Business Report

Tribologie 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.**

Tribologische 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 bei und helfen, Umweltbelastung zu vermeiden.



Tribology 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.**

Tribological 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.

Höhepunkte	4
Highlights	
Berichte	7
Statements	
Organisationsstruktur	13
Organization	
Forschungsbereiche	19
Research Areas	
Reibungsoptimierte Systeme	20
Friction Optimized Devices	
Verschleißreduktion-Strategien für die Industrie	23
Wear Reduction Strategies for Industry	
Nachhaltige Anwendung von Schmierstoffen	26
Sustainable Lubrication	
Synaptic Tribology	29
Synaptic Tribology	
Geräteausstattung	33
Equipment	
Publikationen im Geschäftsjahr	41
Publications in the Business Year	
Finanzbericht	51
Financial Report	
Bilanz zum 31.03.2021	52
Balance Sheet as per 31.03.2021	
Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2020 - 31.03.2021)	53
Income Statement (01.04.2020 – 31.03.2021)	
Anhang	52
Annex	

Höhepunkte / Highlights

1. Preis beim tecnet – accent Innovation Award 2022 – 16.02.2022



Am Technopol Wiener Neustadt wird jährlich der tecnet – accent Innovation Award, eine Auszeichnung für den Forschungsnachwuchs, vergeben. Im Jahr 2022 wurde als Siegerprojekt in der Kategorie „Robotik“ der völlig neuartige „Triboakustische Pin“ von Fabio TATZGERN, Michele SCHIRRU und Markus VARGA vom Exzellenzzentrum für Tribologie ausgezeichnet. Der „Triboakustische Pin“ bietet die Möglichkeit schon vorab im Labor eine qualifizierte Bewertung der Eignung von Schmierstoffen abzugeben. Dies ist z.B. für die Entwicklung zukunftsweisender grüner Schmierstoffe essenziell. Der „Triboakustische Pin“ basiert auf dem Ultraschallprinzip, und ist daher zerstörungsfrei und in-situ an realen Kontaktsituationen in tribologischen Experimenten anwendbar. Die Erfindung wurde bereits zum Patent angemeldet.

Michele SCHIRRU, Fabio TATZGERN, Markus VARGA (AC2T research GmbH) – © AC2T research GmbH

GfT-Förderpreis in der Kategorie „Masterarbeit“ – 27.09.2021

Im Jahr 2021 wurde der Förderpreis der Gesellschaft für Tribologie (GfT) in drei unterschiedlichen Kategorien vergeben (Bachelor-, Master-/Diplomarbeiten, sowie Dissertationen). Die Arbeit „Ultrasonic Film Thickness and Viscosity measurements in lubricated contacts“ von Herrn Fabio TAZGERN erhielt den Förderpreis in der Kategorie der Masterarbeiten.

Zwei Förderprojekte zu Knie-Teilimplantaten gestartet

Im Berichtszeitraum wurde das Exzellenzzentrum mit der Leitung des Life-Science-Call-Projekts „Safe Cartilage“ beauftragt. Knie-Teilimplantate sind eine schonendere Alternative zu Gesamtimplantaten, haben jedoch noch eine zu hohe Versagensrate. In diesem Projekt wird die tribologisch beanspruchte Implantat-Oberfläche mittels 3D-Druck und Hochleistungs-Kunststoffbeschichtungen gestaltet und in weiterer Folge der Knorpelverschleiß im Laborexperiment nachgestellt. Im ebenfalls im Berichtszeitraum genehmigten Technopol-Call-Projekt „Ceraknee“ forscht das Exzellenzzentrum mit weiteren Forschungspartnern am Technopolstandort Wiener Neustadt zu funktionellen Knie-Teilimplantaten mit 3D-gedruckter Keramik, welche mit Knochen und Knorpel interagieren. Ziel ist es, eine antibakterielle Wirkung sowie eine gute Anbindung an Knochen und Knorpel zu erzeugen.

Clean Sky 2 Projekt „ADDIFLAP“

Im Berichtszeitraum wurde das Projekt „ADDIFLAP“ über die additive Fertigung von Flap Tracks gestartet. Ein Flap Track ist eine Führung bei einem Flugzeugflügel, entlang der die Landeklappen läuft, wenn diese aus-/eingefahren wird. Im Rahmen des Projekts wird als tribologisches Kontaktsystem ein Gleitplatten-Konzept auf Basis eines selbstschmierenden Werkstoffs entwickelt, um das derzeit im Einsatz befindliche Rollensystem zu ersetzen.

Beschaffung neuer High-End-Geräteinfrastruktur

Im Niederösterreich-Call „Forschung & Entwicklung und Innovation Infrastruktur“ hat das Exzellenzzentrum erfolgreich die Beschaffung von Geräteinfrastruktur zu den Themen „5D-Hochgeschwindigkeitsvisualisierung tribologischer Kontakte“, „kombinierte Massenspektrometrie-Gaschromatografie-Gasphasen-Analytik“ und „Struktur- und Elemente-Analytik mit offener Röntgenquelle“ vorgeschlagen. Die Inbetriebnahme dieser neuen Infrastruktur erfolgt im laufenden Kalenderjahr 2022. Die neue und in ihrer Zusammenstellung einzigartige Forschungsinfrastruktur ermöglicht die Beforschung von speziellen tribologischen Fragestellungen hinsichtlich Schmierstoffanwendung, Werkstoffgefügeveränderungen, selbstschmierenden Beschichtungen und der Bestimmung der Dynamik in tribologischen Systemen ab.

Student Camp

Das „Student Camp 2021“ wurde auf Anregung des Programmkomitees organisiert und erstmals von 29.09.-01.10.2021 mit rund 30 Personen, mit dem Ziel der engeren persönlichen und wissenschaftlichen Vernetzung zwischen den Dissertantinnen, Dissertanten und deren wissenschaftlichen Betreuern, abgehalten. Das Programm umfasste neben der Diskussion der wissenschaftlichen Themen auch ein Workshop über Präsentationstechniken, wissenschaftliche Arbeiten betreffend.



Our Vision

We act as a central hub for research activities in tribology and are perceived internationally as a European Centre of Tribology.

Unsere Vision

Wir agieren als zentraler Knoten für Forschungsaktivitäten in der Tribologie und werden international als europäisches Zentrum für Tribologie wahrgenommen.



Our Mission

Transfer of holistic tribology knowledge 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 in die Industrie durch Bereitstellung von hochqualitativem Personal und modernste Einrichtungen im Sinne eines synergetischen und kostenoptimierten „Mehrnutzersystems“.

Ziele

- Generierung von neuem interdisziplinärem und ganzheitlichem Wissen in der Tribologie.
- Systematische Zusammenarbeit und Vernetzung mit dem Ziel, neue tribotechnische Methoden und Verfahren zu forcieren.
- Förderung der Anwendung des neuen Wissens in der Industrie mit dem Ziel einer tribologischen und ökologischen Effizienzsteigerung.

Targets

- Generation of novel interdisciplinary and holistic knowledge in Tribology.
- Systematically collaboration and networking with the aim of promoting new tribotechnology methods and procedures.
- Encourage the application of novel knowledge in the industry with the aim of increasing tribological and environmental efficiency



- Impulse für Forschungsaktivitäten in innovativen Gebieten der Tribologie zu geben.
- Verstärkung des Bewusstseins in der Öffentlichkeit, die Relevanz der Tribologie betreffend, für ein sozial- und umweltverträgliches Wachstum.
- Mitwirkung bei der Aus- und Weiterbildung von F&E-Personal im Bereich Tribologie.

- To give impulses for research activities in innovative fields of Tribology.
- Raising the public awareness of the relevance of Tribology for a socially and environmentally sustainable growth.
- Participation in education and training of R&D staff in the field of Tribology.

Berichte

Statements

Geschäftsführer

Das 21. Geschäftsjahr des Exzellenzzentrums für Tribologie war gleichzeitig das zweite Förderjahr des Rahmenprojektes COMET¹-K2²-InTribology³.

Etwa zwei Drittel der Personalkapazitäten wurden in den Forschungsk Kooperationen in „InTribology“ eingesetzt. Ergänzend trugen Projekte auf nationaler und europäischer Ebene zum Gesamtumsatz bei.

Der Umsatz im 21. Geschäftsjahr war gegenüber dem Vorjahr um rund 1/3 höher und das Jahresergebnis wieder leicht positiv. Ein Grund hierfür war, dass nach der herausfordernden Phase der Covid-19-Infektionswellen im Jahr 2020, die Forschungsaktivitäten im InTribology-Rahmenprojekt, und allen Forschungsprojekten hierzu, ab dem Winter 2020/2021 stabilisiert und in weiterer Folge erweitert werden konnten. Zur Risikominimierung wurde bei der Forschungsleistungserbringung der Fokus auf die Ausweitung der Leistungszukäufe bei Wissenschaftspartnern, anstatt auf eine Personalzahlerhöhung, gesetzt.

Die Forschungstätigkeiten waren weiterhin geprägt von der Covid-19-Pandemie. Ein beträchtlicher Teil der Tätigkeiten wurde weiterhin von zuhause aus erbracht. Die Labortätigkeiten wurden jedoch so weit wie möglich aufrechterhalten.

Im letzten Quartal des Geschäftsjahres haben uns die weltpolitischen Ereignisse veranlasst, unsere Geschäftsverbindungen zu einigen Unternehmen in der Russischen Föderation, bzw. zu Unternehmen mit Eigentümern aus der Russischen Föderation, vollständig abzubauen.

Die Personalfuktuation war in diesem Geschäftsjahr durchschnittlich. Der Personalstand, die Kopfzahl betreffend, reduzierte sich infolge der Covid-19-Auswirkungen weiterhin leicht. Der Personalstand zum Ende des Geschäftsjahres betrug rund 130 Personen (bzw. rund 117 Vollzeitäquivalente).

Die Geschäftsführung dankt an dieser Stelle allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen für deren Einsatzbereitschaft in dieser turbulenten Zeit.

¹ COMpetence Centres for Excellent Technologies

² Akronym der spezifischen COMET-Programmschiene

³ Akronym des AC²T-COMET-Rahmenprojektes

General Manager

The 21th fiscal year of the Excellence Centre of Tribology was also the second funding year of the umbrella project COMET¹-K2²-InTribology³.

Around two thirds of the personnel capacities were used in “InTribology” projects. In addition, projects at the national and European level contributed to the overall turnover.

The turnover in the 21st fiscal year was around 1/3 higher than in the previous year and the annual result was slightly positive again. One reason for this was that after the challenging phase of the Covid 19 infection waves in 2020, the research activities in the InTribology framework project, and all related research projects, could be stabilised and subsequently expanded from winter 2020/2021 onwards. In order to minimise risk, the focus in research service provision was placed on expanding the purchase of services from scientific partners instead of increasing the number of employees.

Research activities remained affected by the Covid 19 pandemic. A considerable part of the activities was carried out at home. Nevertheless, laboratory activities were continued as far as possible.

In the last quarter of the financial year, world political events caused us to completely break off our business relations with some companies in Russian Federation, or companies with owners from the Russian Federation.

Staff turnover was average in the fiscal year. The number of employees continued to decrease slightly due to the Covid 19 impacts. The number of employees at the end of the fiscal year was about 130 heads (about 117 full-time equivalents).

The management would like to take this opportunity to thank all employees for their extraordinary efforts during this turbulent time.



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

Wissenschaftliche Leitung



Dipl.-Ing. Dr. mont.
Ewald BADISCH

Im Berichtszeitraum erfolgte das gezielte weitere Hochfahren des Forschungsprogramms COMET-K2-InTribology, was durch die Gewinnung neuer Unternehmens- und Wissenschaftspartner verbunden mit neuen Projekten ermöglicht wurde.

Im letzten Quartal des Geschäftsjahres wurde, das Rahmenprojekt InTribology1 betreffend, der Internationale Expertenbeirat konstituiert. Diesem gehören sieben, von AC²T unabhängige Personen, an. Dieses Expertengremium attestierte dem Exzellenzzentrum eine hohe Qualität der wissenschaftlichen Arbeiten im bisherigen Förderzeitraum.

Das InTribology-Programmkomitee hat sich im Berichtszeitraum, im Rahmen mehrerer Treffen, den zahlreichen Forschungsaktivitäten im „Strategischen Forschungsbereich“ gewidmet.

Auf Vorschlag des Programmkomitees wurde erstmals ein „Dissertanten Camp“ mit rund 30 Personen organisiert.

Auf europäischer Ebene wurde im Geschäftsjahr u.a. ein neues Projekt im Horizon2020-Rahmenprojekt „Clean Sky 2“ gestartet.

Die Entwicklung der Projekte im Bereich Biotribologie ist positiv hervorzuheben. Hier wurden zwei Forschungsprojekte zu Knie-Teilimplantaten gestartet.

Im Niederösterreich-Call „Forschung & Entwicklung und Innovation Infrastruktur“ wurden drei Förderanträge zur Beschaffung von Geräteinfrastruktur erfolgreich eingereicht. Die Geräteinfrastruktur „5D-Hochgeschwindigkeitsvisualisierung tribologischer Kontakte“, „kombinierte Massenspektrometrie-Gaschromatografie-Gasphasen-Analytik“ und „Struktur- und Elemente-Analytik mit offener Röntgenquelle“ stellen ein beträchtliches Investitionsvolumen von rund 3-4 Mio. Euro dar. Diese High-End-Geräteinfrastrukturen stellen jeweils ein Alleinstellungsmerkmal, insbesondere in Österreich, dar.

Das Forschungsjahr weist mit 10 abgeschlossenen Dissertationen, 8 abgeschlossenen Diplom-/Masterarbeiten und rund 50 Publikationen in Fachzeitschriften mit Fachbegutachtung, ein hervorragendes wissenschaftliches Ergebnis auf.

Die Wissenschaftliche Leitung dankt an dieser Stelle allen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen sowie Laborexperthen und Laborexpertinnen für deren besonderen Einsatz in dieser herausfordernden Zeit.

Scientific Management

In the reporting period, the COMET-K2-InTribology research programme was further intensified in a targeted manner, which was made possible by the acquisition of new company and scientific partners in connection with new projects.

In the last quarter of the financial year, the International Advisory Board was constituted for the InTribology1 framework project. It consists of seven experts who are independent of AC²T. This expert committee attested to the high quality of the scientific work carried out by the Centre of Excellence during the funding period to date.

In the reporting period, the InTribology Programme Committee has dedicated itself to the numerous research activities in the "Strategic Research Area" within the framework of several meetings.

At the suggestion of the InTribology programme committee, a "PhD-student camp" was organised for the first time with around 30 people.

At the European level, a new project was launched in the Horizon 2020 framework project "Clean Sky 2".

The development of projects in the field of bio-tribology was also positive. Two research projects on partial knee implants were launched.

In the Niederösterreich-Call "Research & Development and Innovation Infrastructure", three funding proposals for the procurement of equipment infrastructure were successfully submitted. The equipment infrastructure "5D high-speed visualisation of tribological contacts", "combined mass spectrometry-gas chromatography-gas phase analysis" and "structure and element analysis with open X-ray source" represent a considerable investment volume of around 3-4 million Euros. These high-end equipment infrastructures each represent a unique feature, especially in Austria.

With 10 completed dissertations, 8 completed diploma/master's theses and around 50 peer-reviewed publications in journals, the research year shows an excellent scientific result.

The scientific management would like to take this opportunity to thank all scientists and laboratory experts for their special commitment during this challenging period.



Priv.-Doz. Dipl.-Ing.
Dr.techn. Nicole DÖRR

Vorsitzender der Generalversammlung

Im Rahmen der ordentlichen Generalversammlung im Juli 2021 wurde ich von den weiteren Gesellschaftern einhellig zum Vorsitzenden der Generalversammlung gewählt und folge damit Prof. Herbert STÖRI nach, der diese Funktion in den vergangenen rund 10 Jahren wahrgenommen hat. Ich Namen aller Gesellschafter danke ich Prof. STÖRI für seine bisherige Tätigkeit in gleicher Funktion und hoffe auf eine weitere intensive Zusammenarbeit im Rahmen der Generalversammlung.

Im Berichtsjahr kam es zu einer Veränderung der Gesellschafterzusammensetzung. Infolge konzerninterner Erfordernisse musste der Gründungsgesellschafter SKF Österreich AG die Beteiligung an der AC²T research GmbH abgeben. Ich Namen aller Gesellschafter danke ich der SKF Österreich AG, welche weiterhin als Unternehmenspartner in InTribology-Projekten mitwirkt, für deren Mitwirkung als Gesellschafter in den rund 20 Jahren seit der Gründung des Exzellenzzentrums.

Als Gesellschafter ist uns bewusst, dass die Covid-19-Pandemie auch für das Berichtsjahr maßgeblich von Bedeutung war. Erfreulicherweise wurden jedoch die Forschungsaktivitäten durch die Covid-19-Ereignisse im Berichtsjahr nicht mehr so stark eingeschränkt wie im letzten Berichtsjahr.

Hervorzuheben ist, dass trotz aller mit der Covid-19-Pandemie zusammenhängenden Herausforderungen, die hohe Einsatzbereitschaft der handelnden Personen auf allen Ebenen, welche das Exzellenzzentrum für Tribologie zu einer weltweit anerkannten Institution in diesem Bereich gemacht haben, ungebrochen ist.

Trotz der Covid-19-Einschränkungen entwickelte sich im abgelaufenen Geschäftsjahr die Tochterfirma Aerospace & Advanced Composites GmbH weiterhin positiv, was sich in einer Steigerung der konsolidierten Liquidität niederschlägt.

Im Namen aller Gesellschafter danke ich dem Geschäftsführer, der Wissenschaftlichen Leitung und dem AC²T-Team für die engagierte Arbeit in der Vergangenheit und wünschen dem AC²T-Team Zuversicht und Erfolg im neuen Geschäftsjahr.

Chairman of the General Assembly

At the Annual General Meeting in July 2021, I was unanimously appointed as Chairman of the General Assembly by the other shareholders, succeeding Prof. Herbert STÖRI, who has held this position for the past 10 years. On behalf of all shareholders, I would like to thank



Dr. Christian WOLF

Prof. STÖRI for his previous work in the same function and hope for further intensive cooperation within the framework of the General Assembly.

In the reporting year there was a change in the structure of the shareholders. Due to internal group requirements, the founding shareholder SKF Österreich AG had to give up its shares in AC²T research GmbH. On behalf of all shareholders, I would like to thank SKF Österreich AG, which continues to be engaged in InTribology projects as a company partner, for its involvement as a shareholder in the 20 years or so since the Centre of Excellence was founded.

As shareholders, we are aware that the Covid 19 pandemic was also of significant importance for the reporting year. Fortunately, however, research activities were not as severely constrained by the Covid 19 events in the year under review as in the previous business year.

It should be emphasized that despite all the challenges associated with the Covid-19 pandemic, the high level of commitment of the people involved at all levels, who have made the Excellence Centre for Tribology a globally recognized institution in this field, remains unbroken.

Despite the ongoing Covid-19 restrictions, the subsidiary Aerospace & Advanced Composites GmbH continued to develop positively in the past fiscal year, which is reflected in an increase in consolidated liquidity.

On behalf of all shareholders, I would like to express my appreciation to the General Manager, the Scientific Leaders, and the AC²T team for their dedicated work in the past and wish the AC²T team confidence and success in the new business year.

Vorsitzende des Strategiebeirates

Der Strategiebeirat wurde gemäß den Richtlinien des COMET-Programms eingerichtet und ist ein vom Zentrum und den beteiligten InTribology-Partnern unabhängiges Gremium. Die Mitwirkenden in diesem Gremium sind in diesem Bericht im Abschnitt zur Organisationsstruktur angeführt.

Der Beirat informiert sich zumindest einmal jährlich in einem Meeting über den Status bzw. die Entwicklung des Zentrums und spricht auf dieser Basis Empfehlungen für die AC²T-Geschäftsführung hinsichtlich InTribology aus.

Da es erfreulicherweise weiterhin keine Fragestellungen an den Strategiebeirat bzgl. Empfehlungen zu Unstimmigkeiten zwischen Projektpartnern untereinander oder zwischen einem Agreementpartner und AC²T gibt, widmete sich der Strategiebeirat in bewährter Weise dem Status der Zielgrößenerfüllung. Auch wenn die Erfüllung einzelner Zielgrößen aufgrund der Covid-19-Auswirkungen auf die Forschungsaktivitäten etwas hinter den Planwerten erscheint, so hat der Strategiebeirat die intensiven Bestrebungen der AC²T-Geschäftsleitung zwecks bestmöglicher Erfüllung der COMET-InTribology Zielgrößen wohlwollend angenommen.

Mit besonderer Aufmerksamkeit hat der Strategiebeirat die erfolgreiche Einreichung von mehreren Förderanträgen im Berichtszeitraum zur Beschaffung von High-End-Infrastruktur und deren Alleinstellungsmerkmal vernommen. Dies sollte in der verbleibenden InTribology-Förderperiode die Erreichung der wissenschaftlichen Zielgrößen und die internationale Sichtbarkeit maßgeblich unterstützen.

Als Vorsitzende des Strategiebeirats bedanke ich mich im Namen des Strategiebeirats an dieser Stelle bei allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Exzellenzentrums, der Geschäftsführung von AC²T und bei allen Partnern von InTribology für ihre Beiträge, welche das zweite Förderjahr, trotz Covid-19-Einschränkungen, so erfolgreich ermöglicht haben.

Chairperson of the Strategy Board

The Strategy Board was established in accordance with the COMET guidelines and is a board independent of the Centre and the InTribology partners. The members of this board are listed in the organisational structure section of this report.



Mag.
Barbara SCHICKER

The board is informed at least once a year in a meeting on the status and the development of the Centre and, on this basis, makes recommendations to the General Management of AC²T concerning InTribology.

As there are fortunately still no questions to the Strategy Board regarding recommendations regarding disagreements between project partners or between an agreement partner and AC²T, the Strategy Board devoted itself in a proven manner to the status of the target values fulfilment. Even if a fulfilment of some of the target values appears to be somewhat below the plan values due to the Covid 19 impact on research activities, the Strategy Board has welcomed the intensive efforts of the AC²T management for the best possible fulfilment of the COMET-InTribology target values.

The Strategic Advisory Board paid particular attention to the successful submission of several funding proposals in the reporting period for the procurement of high-end infrastructure and its unique selling point. This should significantly support the achievement of the scientific targets and international visibility in the remaining InTribology funding period.

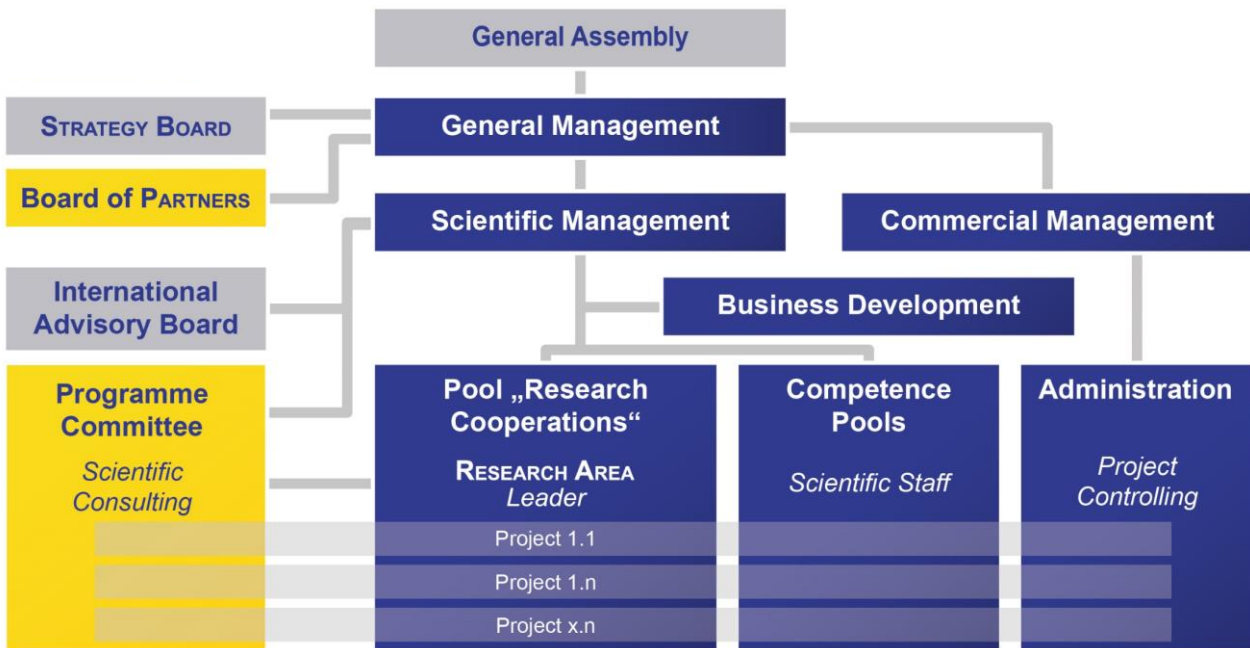
As Chairwoman of the Strategy Board, I would like to take this opportunity to thank, on behalf of the Strategy Board, all employees of the Excellence Centre, the General Management of AC²T and all partners of InTribology for their contribution, which made the second funding year so successfully, despite Covid-19 restrictions.



Organisationsstruktur

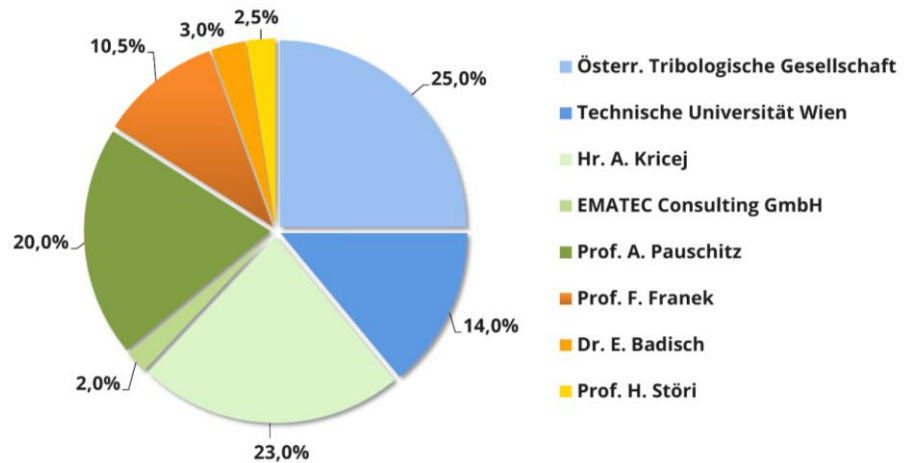
Organization structure

Organigramm / Organization Chart



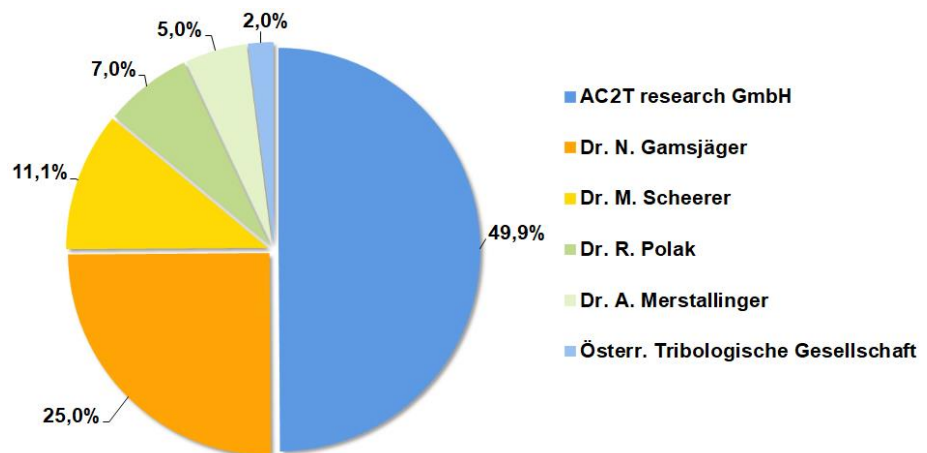
Gesellschafterstruktur / Shareholders

AC2T research GmbH



Aerospace & Advanced Composites GmbH

(Beteiligung / shareholding)



Interdisziplinäre Kernkompetenz

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

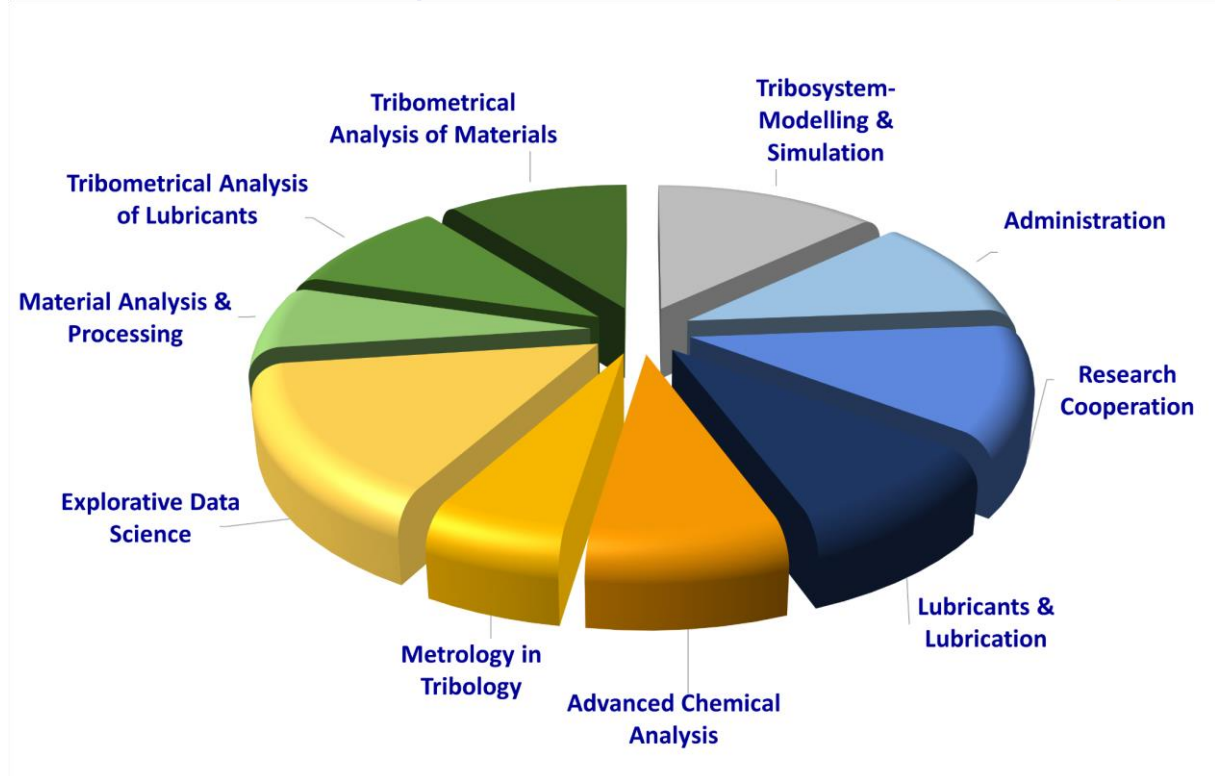
Tribologische Aufgabenstellungen werden in den folgenden Kompetenzbereichen umfassend bearbeitet.

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

Der Strategiebeirat ist ein von allen InTribology-Partnern und dem Kompetenzzentrum unabhängiges Gremium im Rahmen des COMET-K2-Projektes „InTribology“. Zumindest zwei Mitglieder sollen dabei eine wissenschaftliche Sichtweise und zumindest zwei Mitglieder eine wirtschaftliche Sichtweise einbringen.

Aufgabe des Strategiebeirats ist einerseits die regelmäßige Evaluierung der Durchführung des Forschungsprogramms gemäß den Förderverträgen und angestrebten Zielgrößen, und andererseits Empfehlungen auszusprechen, wenn unterschiedliche Sichtweisen der InTribology-Agreementpartner zur Auslegung der Regeln im Agreement auftreten.

Der Strategiebeirat besteht aus den nachfolgend angeführten fünf Personen, wobei zwei Mitglieder der Unternehmens- und Wissenschaftspartner gemeinsam, zwei Mitglieder der Gesellschafter des Kompetenzzentrums, und das fünfte Mitglied von den davor nominierten vier Mitgliedern gewählt wurden. In der Gesamtheit repräsentieren die Mitglieder des Strategiebeirats optimal die Auswahlvorgaben.

Strategy Board

The Strategy Board is an independent body of all InTribology partners and the Center of Excellence within the COMET-K2 project “InTribology”. At least two members should have a scientific focus, and at least two members an economic focus.

The task of the Strategy Board is on the one hand the evaluation of the implementation of the research program according to the funding contract and the agreed target values, and on the other hand to make recommendations if different views of InTribology agreement partners arise regarding the interpretation of the rules in the InTribology-Agreement.

The Strategic Board consists of the following five persons, two members being nominated jointly by the company partners and scientific partners, two members being nominated by the shareholders of the Center of Excellence, and the fifth member being nominated by the previously nominated four members. The members of the Strategic Board optimally represent the selection specifications.



Dr. Stefano MISCHLER

EPFL Lausanne – Switzerland

Expert in surface analysis, tribocorrosion and coatings for tribosystems; head of the tribology group at EPFL's Metallurgical Chemistry Laboratory

Academic qualification: Materials Science (ETH Zurich), EPFL Lausanne



Prof. Dr.-Ing. Gerhard POLL

Leibniz University Hannover – Germany

Expert in tribology with technical specialisation in the field of powertrains; board member of the German Society for Tribology

Academic qualification: Mechanical Engineering



Dr. Conrad REYNVAAN (Vice-Chairperson of Strategy Board)

Management consultant – Austria

Board member at Schunk Hoffmann Carbon Technology until end of 2016; prior to that, other positions in the industrial “technical carbon” sector; expertise in tribology of carbon materials and in management

Academic qualification: Mathematics, Physics, and Biology; PhD in Theoretical Computer Science



Mag. Michaela Diane ROITNER

Federation of Industry of Lower Austria – Austria

Managing Director of the Federation of Austrian Industries of Lower Austria since 2005

Academic qualification: Business Administration



Mag. Barbara SCHICKER (Chairperson of Strategy Board)

Austrian Chamber of Commerce – Austria

Advisor in the Association of the Metalworking Industry; Managing Director of the Surface Technology Working Group

Academic qualification: Law

Programm-Komitee

Das Programm-Komitee (nachfolgend in alphabetischer Reihung genannt) berät die Geschäftsführung in fachlichen Angelegenheiten, insbesondere das Forschungsprogramm und die interdisziplinären Verbindungen der Forschungsbereiche betreffend, und unterstützt den Strategiebeirat bei wissenschaftlichen Fragestellungen.

Im Berichtszeitraum fanden zwei Meetings statt (25.06.2020 und 11.12.2020). Fachliche Schwerpunkte bildeten die Forschungsaktivitäten im Bereich „Data Science & Digital Transformation“ sowie die „Tribologischen Herausforderungen im Bereich erneuerbarer Energien“.

Programme Committee

The Programme Committee (listed below in alphabetical order) advises the General Management in technical-scientific matters, especially concerning the research programme and the interdisciplinary links of the Research Areas and supports the Strategy Board on scientific issues.

Two meetings were held during the reporting period (June 25, and December 11, 2020). The research activities on “Data Science & Digital Transformation” and “Tribological Challenges in the Field of Renewable Energies” were the main topics of discussion.



Univ.Prof. Mag.pharm. Dr.rer.nat. Günter ALLMAIER

Technische Universität Wien

Institut für Chemische Technologien und Analytik / Institute of Chemical Technologies and Analytics



Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter FILZMOSER

Technische Universität Wien

Institut für Stochastik und Wirtschaftsmathematik / Institute of Statistics and Mathematical Methods in Economics



Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Carsten GACHOT

Technische Universität Wien

Institut für Konstruktionswissenschaften und Produktentwicklung / Institute of Engineering Design and Product Development



Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Paul H. MAYRHOFER

Technische Universität Wien

Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie / Institute of Materials Science and Technology



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

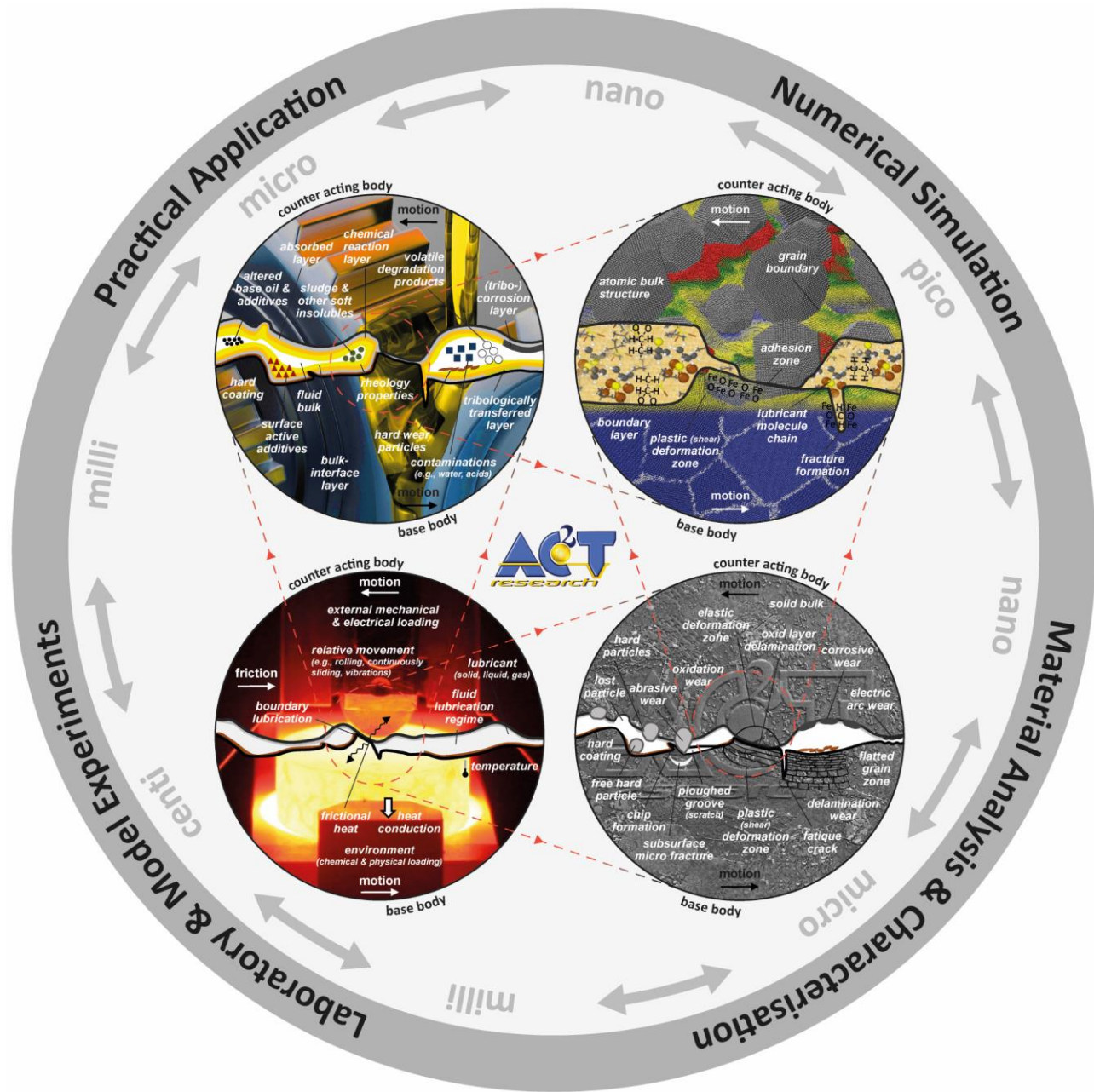
Technische Universität Wien

Institut für Angewandte Physik / Institute of Applied Physics



Privatdoz. Dipl.-Phys. Dr.rer.nat. András VERNES

AC2T research GmbH



Forschungsbereiche

Research Areas

FORSCHUNGSBEREICH 1

Reibungsoptimierte Systeme

Im Fokus des Forschungsbereiches „Reibungsoptimierte Systeme“ steht das tribologische Verhalten unterschiedlicher Apparate und Prozesse mit besonderer Berücksichtigung von Oberflächenbeschaffenheit und Werkstoffeigenschaften.

Die angewandten Methoden umfassen numerische Simulationen über mehrere Größenskalen, Werkstoff- und Oberflächencharakterisierung auf der Nanometerskala, neuartige Messverfahren und fortgeschrittene tribologische Charakterisierungsmethoden.

Forschungsschwerpunkte:

- Werkstoffe, Oberflächen und Bearbeitungsverfahren zur Reibungsoptimierung
- Effiziente und funktionelle Lager, Kupplungen und Bremsen
- Tribologie in elektrischen Kontakten
- Reibungsoptimierung von Dichtungen und Polymeren
- Reibung und Verschleiß bei Antriebsstrangkomponenten
- Simulation von Superlubrizität bei Gleitkontakten

Die Eigenschaften der interagierenden Oberflächen und Werkstoffe spielen nicht nur bei Systemen mit gewünscht niedriger Reibung, wie bei Motoren und Lagern, eine entscheidende Rolle, sondern auch bei Anwendungen mit hoher Reibung, wie Bremsen und Kupplungen, sowie bei verschiedenen Bearbeitungs- und Herstellungsprozessen.



Research Area Leader

Dipl.-Ing. Dr. mont. Andreas NEVOSAD

AC2T research GmbH

Tribological systems in plants and devices,
functional coatings, material characterization,
surface analysis

RESEARCH AREA 1

Friction Optimized Devices

At the centre of this area of research is the tribological behaviour of various devices and processes with particular emphasis on surface quality and material properties.

The methods applied include numerical simulations across multiple size scales, materials and surface characterisation at the nanometre level, innovative measuring procedures and advanced tribological characterisation methods.

Research topics:

- Materials, surfaces, and machining processes for friction optimization
- Efficient and functional bearings, clutches, and brakes
- Tribology in electrical contacts
- Friction optimization of sealings and polymers
- Friction and wear of drivetrain components
- Simulation of superlubricity for sliding contacts

The properties of interacting surfaces and materials play a crucial role not only in devices with desired low friction, like engines and bearings, but also in high friction applications, like brakes and clutches, as well in various machining and manufacturing processes.

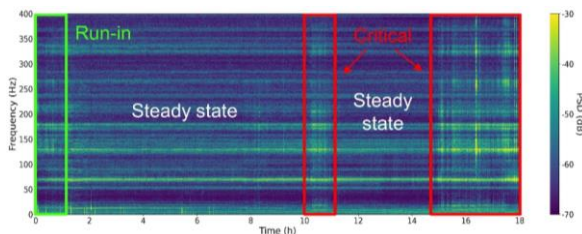
Dynamisches Reibungsverhalten von Tribosystemen

Reibung – ein komplexer Vorgang

Reibung ist abhängig von den beteiligten Oberflächen, Werk- und Schmierstoffen, den im Reibkontakt wirkenden Belastungen und Relativgeschwindigkeiten. Daneben spielen Umgebungsparameter wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit eine wesentliche Rolle. Reibung ist daher eine Systemgröße und stellt eine charakteristische Eigenschaft des jeweiligen Tribosystems dar. Quantitativ wird die Reibung durch den Reibungskoeffizienten beschrieben. Das Reibungsverhalten von Tribosystemen ist ein dynamischer Prozess. Somit spielt die Systemdynamik hierbei eine wesentliche Rolle, da z.B. Eigenschwingungen das Messsignal erheblich beeinflussen können. Für eine zuverlässige Bestimmung des Reibungskoeffizienten ist eine genaue Kenntnis der Systemdynamik unabdinglich.

Interaktive 3D-Darstellung der Messergebnisse

Die 3D-Darstellung erlaubt es, bis zu 4 Messgrößen gleichzeitig in einem interaktiven Diagramm darzustellen. Somit ist es möglich, Einflussgrößen auf die Reibzahl auf Basis einzelner Zyklen zu visualisieren, z.B. können ortsabhängige, lokal begrenzte Reibzahländerungen auf eine Oberflächenschädigung an dieser Stelle hindeuten. Darüber hinaus steht mit der 3D-Darstellung ein mächtiges Werkzeug zur Visualisierung dynamischer Einflüsse auf die Reibzahlmessung und deren zeitlicher Entwicklung zur Verfügung. Mit der 3D-Darstellung wird es möglich, Ergebnisse von Triboversuchen in einem interaktiven Report kompakt zusammenzufassen.



Zeit-Frequenz-Analyse der Mikrofondaten eines Gleitlagertests.

Time-frequency analysis of the microphone data of a sliding bearing test © AC2T research GmbH

Wirksames Tool zur Schadenserkenkung und -vorhersage

Hochaufgelöste Sensordaten, z.B. aus Luft- oder Körperschallmessungen, erlauben eine detaillierte Untersuchung der bei einem dynamischen Experiment auftretenden Frequenzbeiträge und deren zeitlicher Entwicklung. Die Zeit-Frequenz-Analyse ermöglicht eine quantitative Aussage über die Änderung des Betriebszustandes über die Zeit, z.B. Beginn und Ende von Einlaufzuständen, sowie die frühzeitige Erkennung einer Schädigung von Werk- und Schmierstoffen. Mit der Zeit-Frequenz-Analyse steht ein wirksames Tool zum Monitoring von dynamischen Tribosystemen zur Verfügung. Eine vielversprechende Einsatzmöglichkeit bietet – im Zusammenspiel mit Machine Learning-Algorithmen – die Online-Schadenserkenkung und -vorhersage.

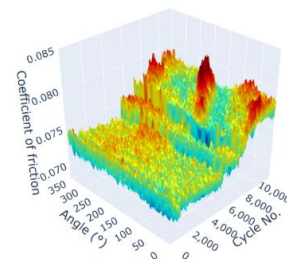
Dynamic friction behaviour of tribosystems

Friction - a complex process

Friction depends on the surfaces, materials and lubricants involved, the loads acting in frictional contact, and relative speeds. In addition, environmental parameters such as temperature and humidity play a significant role. Therefore, friction is a system variable and represents a characteristic property of the respective tribosystem. Friction is described quantitatively by the coefficient of friction. The friction behaviour of tribosystems is a dynamic process. Thus, the system dynamics play an essential role here, as e.g., natural oscillations can considerably influence the measurement signal. For a reliable determination of the friction coefficient, an exact knowledge of the system dynamics is indispensable.

Interactive 3D presentation of measurement results

The 3D presentation allows up to 4 measured variables to be shown simultaneously in an interactive diagram. This makes it possible to visualise influencing variables on the friction coefficient based on individual cycles, e.g., location-dependent, locally limited changes in friction coefficient may indicate surface damage at this location. In addition, the 3D representation provides a powerful tool for visualising dynamic influences on the friction coefficient measurement and their development over time. With the 3D display, it is possible to summarise the results of tribotests in an interactive report.



3D-Darstellung des Reibzahlverlaufes eines Triboversuchs mit rotierender Scheibe

3D plot of the coefficient of friction curve of a tribological test with rotating disc © AC2T research GmbH

Effective tool for damage detection and prediction

High-resolution sensor data, e.g., from airborne or structure-borne sound measurements, allow a detailed investigation of the frequency contributions occurring during a dynamic experiment and their development over time. The time-frequency analysis enables a quantitative statement about the change of the operating condition over time, e.g., beginning and end of run-in conditions, as well as the early detection of damage to materials and lubricants. With the time-frequency analysis, an effective tool for monitoring dynamic tribological systems is available. Online damage detection and prediction - in conjunction with machine learning algorithms - is a promising application.

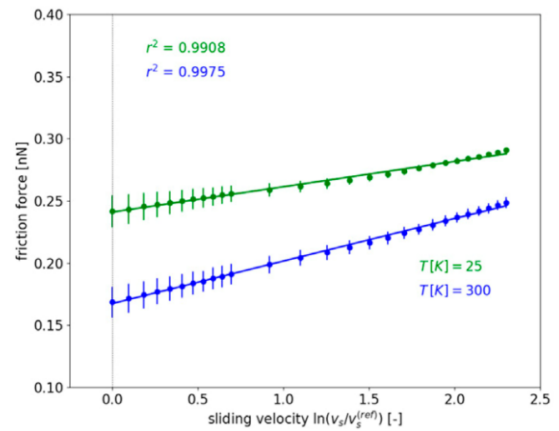
Highlighted publications

Statistics of Sliding on Periodic Atomically Flat Surfaces

M. SRBULOVIC, K. GKAGKAS, C. GACHOT, A. VERNES

frontiers in Mechanical Engineering (2021)

Among the so-called analytical models of friction, the most popular and widely used one, the Prandtl-Tomlinson model in one and two dimensions is considered here to numerically describe the sliding of the tip within an atomic force microscope over a periodic and atomically flat surface. Because in these PT-models, the Newtonian equations of motion for the AFM-tip are Langevin-type coupled stochastic differential equations the resulting friction and reaction forces must be statistically correctly determined and interpreted. For this, it is firstly shown that the friction and reaction forces as averages of the time-resolved ones over the sliding part, are normally (Gaussian) distributed. Then based on this, an efficient numerical scheme is developed and implemented to accurately estimate the means and standard deviations of friction and reaction forces without performing too many repetitions for the same sliding experiments. The used corrugation potential is the simplest one obtained from the Fourier series expansion of the two-dimensional (2D) periodic potential, e.g., for an fcc(111) surface, which permits sliding on both commensurate and incommensurate paths. In this manner, it is proven that the PT- models predict both frictional regimes, namely the structural superlubricity and stick-slip along (in)commensurate sliding paths, if the ratio of mean corrugation and elastic energies is properly set.

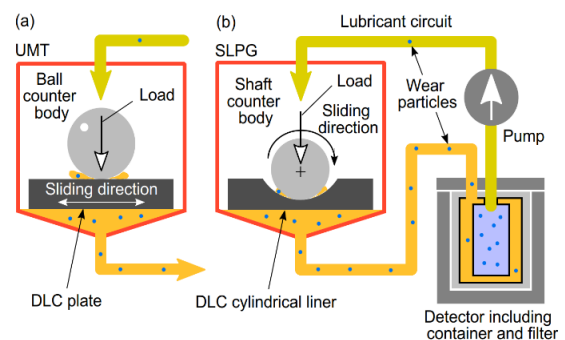


Evaluation of Wear Measurement with Radioactive Isotopes for DLC Coatings Affected by Abrasive Particles

M. ZELHOFER, M. JECH, E. BADISCH, F. DITRÓI, A. KÜBLER, P.H. MAYRHOFER

Tribology Letters (2022)

Diamond-like carbon (DLC) coatings protect engine parts from wear and provide low-friction. Unfortunately, the nature of DLC coatings does not allow progressing wear measurement using conventional methods. Therefore, we applied a radioactive isotope-based wear measurement method (RIC method). A tribometer with oscillating contact and one with sliding contact were used to provide different loading conditions. The RIC method was evaluated for DLC coatings, and the DLC wear was investigated regarding the presence of abrasive particles. The results indicate that an increase in abrasive particle concentration leads to an increase of DLC wear rate and a decrease in usage-time until wear-off.

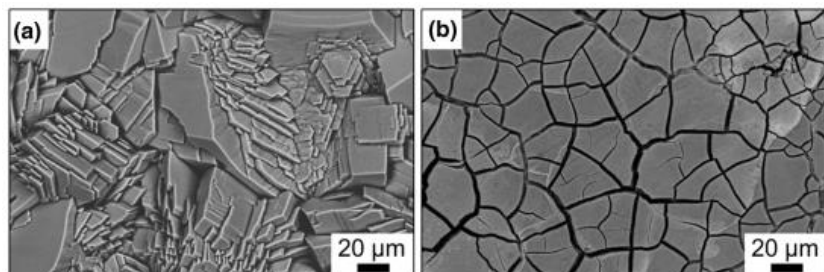


Effect of Chromium Content in the Steel Substrate on the Coating Formation and Tribological Properties of Manganese Phosphate Coatings

A. NEVOSAD, W. MOLNAR, S. SCHWARZ

JMEPEG (2021)

In the literature and industrial experience, the effect of insufficient and poor manganese phosphate coating formation on steel with higher chromium content (> 1 wt%) is well known, but the reason for this limitation or the appearance and tribological performance of such coatings is not described sufficiently. This work describes the differences in structure and tribological properties of manganese phosphate coatings on different steels with up to 3 wt% of chromium and reveals the formation of amorphous and crystalline phosphate phases by transmission electron microscopy (TEM). The tribological experiments were performed on a high load test setup with API modified as lubricant. Besides TEM also scanning electron microscopy, and focused ion beam cross-sections were employed to investigate the microstructure and appearance of the coatings. Furthermore, this work describes the formation of tribologically superior coatings on martensitic steel with up to 3 wt% chromium.



FORSCHUNGSBEREICH 2

Verschleißreduktion-Strategien für die Industrie

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, Kunststoffen und Dünnschichten, durchgeführt.

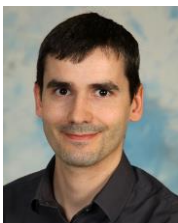
Mit hochauflösenden analytischen Techniken wird die Frühschädigung von Oberflächen bzw. oberflächennahen Bereichen tribologisch beanspruchter Komponenten untersucht, um ein Grundverständnis zu den Verschleißmechanismen zu erhalten.

Die im Labormaßstab realisierte experimentelle Simulation der Verschleißmechanismen ermöglicht ein 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.

Ein wichtiges Forschungsziel ist die Entwicklung von robusten multi-funktionalen Laserauftragsschichten und Dünnschichten auf Basis von grundlagenbasierten Designkonzepten wie ab-initio- und Molekulardynamik-Berechnungen. Basierend auf einem (online) Verschleißmonitoring werden Lebensdauer-Prognosemodelle für intelligente Wartungskonzepte für die Anlageninstandhaltung (z. B. in der Stahlherstellung) erarbeitet.

Forschungsschwerpunkte:

- Entwicklung von robusten multi-funktionalen Laserauftragsschichten und Dünnschichten
- Verschleißschutz und -monitoring in der Anlageninstandhaltung
- Verschleiß und Korrosion in Ölfeldanwendungen
- Tribologie im Rad/Schiene-Kontakt
- Additive Fertigungsverfahren für Verschleißschutz



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

RESEARCH AREA 2

Wear Reduction Strategies for Industry

The focus of this research area is on understanding and controlling wear mechanisms in technical systems. The nature and extent of the wear is significantly influenced by various parameters, such as the load situation, environmental conditions and materials used. When analysing and evaluating the tribotechnical system behaviour, the mechanical stress and thermal and chemical environmental conditions are considered. Analyses are carried out on different groups of materials, e.g., metals, ceramics, plastics, and thin films.

Using high-resolution analytical techniques, premature damage to surfaces and areas near to surfaces of components subject to tribological wear is investigated, in order to obtain a basic understanding of the wear mechanisms.

The experimental simulation of the wear mechanisms, which is carried out on a laboratory scale, makes it possible to develop an understanding of the failure procedure and to subsequently derive corrective measures for practical application. Theoretical approaches are substantiated by the scientific interpretation of the experiments and form the foundation for the creation of wear algorithms.

One important research objective is the development of robust multifunctional laser cladding and thin films on the basis of principles-based design concepts such as ab initio and molecular dynamics calculations. Based on (online) wear monitoring, lifespan prediction models are developed for intelligent maintenance concepts for plant maintenance (e.g. in steel production).

Research topics:

- Development of robust multifunctional laser cladding and thin films
- Wear protection and monitoring in plant maintenance
- Wear and corrosion in oilfield applications
- Tribology in wheel/rail contact
- Additive production processes for wear protection

Bessere Implantate zur Verbesserung der Lebensqualität

In-vitro-Bewertungen von Implantat Werkstoffen

Ein detailliertes Verständnis der Versagensmechanismen zwischen Implantat und Knorpel kann die Notwendigkeit von Revisionsoperationen verringern und somit die Lebensqualität vieler Patienten mit Knorpelverletzungen verbessern. AC²T hat in Zusammenarbeit mit Prof. Nehrer vom Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems (UWK) ein in vitro-Verfahren zur Evaluierung der tribologischen Leistungsfähigkeit von Implantat Werkstoffen entwickelt.

Teilimplantate für schnellere Genesung

Osteoarthritis ist eine häufige chronische Erkrankung des Gelenkknorpels in den Synovialgelenken, die zu Schmerzen und Bewegungseinschränkungen führt. Hat die Osteoarthritis das Endstadium erreicht, so ist ein vollständiger Gelenkersatz die einzige Behandlungsmöglichkeit für diese Patienten. Einige Patienten leiden an unikompartimenteller Osteoarthritis, bei der nur das mediale oder laterale Kompartiment des Knies betroffen ist. Jene können von einer Hemiarthroplastik mit Teilimplantaten profitieren. Dieser weniger invasive chirurgische Eingriff zielt darauf ab, nur das mediale bzw. laterale Kompartiment zu ersetzen, was eine schnellere Rehabilitation und eine bessere Funktion des Knies ermöglichen. Allerdings kann der verbleibende Knorpel bei der Hemiarthroplastik einem beschleunigten Verschleiß unterliegen, wenn er mit den Teilimplantaten in Kontakt kommt.

Neue Implantat Werkstoffe mittels 3D Druck

AC²T leitet derzeit zwei Projekte mit Fokus auf alternative Werkstoffe, die eine längere Implantat Lebensdauer ermöglichen. Beide Projekte konzentrieren sich auf die additive Fertigung, um individualisierte Implantate für Knochendefekte herzustellen. Das Projekt SaveCartilage "Erhaltung der Knorpelintegrität nach Hemiarthroplastik durch funktionalisierte additiv gefertigte Teilimplantate" in Zusammenarbeit mit UWK und FOTEC hat als Ziel, die Entwicklung von Oberflächenfunktionalisierungsstrategien auf Basis von Hochleistungspolymerbeschichtungen. Hierbei werden die Eliminierung der Metallfreisetzung in 3D-gedruckten CoCrMo-Implantaten bei gleichzeitiger Gewährleistung ausgezeichneter Biokompatibilität und tribologischer Performance zum Schutz des verbliebenen nativen Knorpels angestrebt. Das Projekt CeraKnee "3D-gedruckte keramikbasierte Teilimplantate für die Knie-Hemiarthroplastik" in Zusammenarbeit mit UWK, ACMIT und RHP Technology zielt darauf ab, ein vorindustrielles keramikbasiertes Implantat mit antimikrobiellen und osseointegrativen Eigenschaften mittels additiver Fertigungstechnologie zu entwickeln. Beide Projekte werden von der Gesellschaft für Forschungsförderung Niederösterreich m.b.H. gefördert.

Verfahren des Versuchsaufbaus für In-vitro-Experimente

Procedure of experimental set-up for in-vitro experiments

Better implants for improving the quality of life

In vitro assessment of implant materials

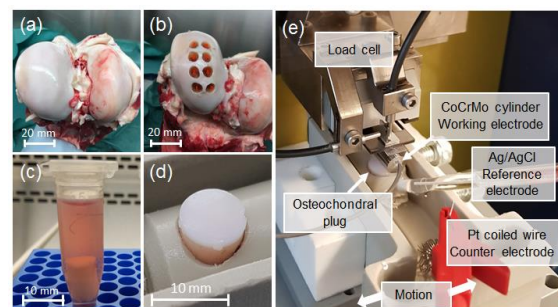
Understanding the failure mechanisms at the implant/cartilage interface can reduce the need for revision operations and thus improve the quality of life of many patients with cartilage injuries. AC²T in collaboration with Prof. Nehrer, Center for Regenerative Medicine of the Universität für Weiterbildung Krems (UWK) has developed an in vitro procedure for evaluating the tribological performance of implant materials.

Partial implants for faster recovery

Osteoarthritis is a common chronic disease affecting the articular cartilage in synovial joints that produces pain and impaired mobility. When end-stage osteoarthritis is reached, total joint replacement surgery is the only option for treating these patients. Some patients suffer from unicompartimental osteoarthritis, when only the medial or lateral compartment of the knee is affected. These patients might benefit from a hemiarthroplasty using partial implants. This less invasive surgical procedure aims to replace only the medial/or lateral compartment yielding faster rehabilitation and better function of the knee. However, the remaining cartilage in hemiarthroplasty might experience accelerated wear when in contact against partial implants.

New implant materials using 3D printing

AC²T is currently leading two projects on the quest for finding alternative materials that provide a longer implant lifetime. Both projects focus on additive manufacturing as this is the foremost technology that allows to obtain individualized implants for patient-specific bone defects. The project SaveCartilage "Preserving cartilage integrity after hemiarthroplasty via functionalized additive manufactured partial implants" in collaboration with the UWK and the company FOTEC aims at the development of surface functionalization strategies based on high performance polymeric coatings for eliminating metal release in 3D printed CoCrMo implants while ensuring an excellent biocompatibility and superb frictional properties in order to protect the native cartilage left after hemiarthroplasty. The project CeraKnee „ 3D-printed ceramic-based partial implants for knee hemiarthroplasty" in collaboration with UWK, ACMIT and RHP Technology aim to develop a pre-industrial ceramic-based implant with antimicrobial and osseointegration properties using additive manufacturing technology. Both projects are funded by the Gesellschaft für Forschungsförderung Niederösterreich m.b.H.



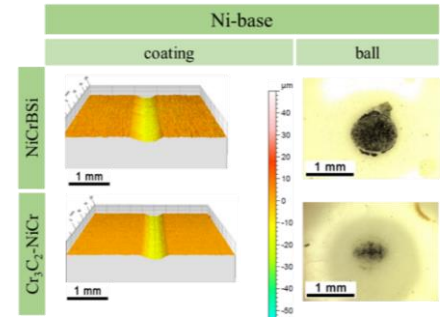
Highlighted publications

Tribocorrosion performance of Fe-base and Ni-base wear resistant coatings in CO₂ anoxic environments

A. TRAUSMUTH, M. KRONBERGER, H. RAGHURAM, H. ROJACZ, E. BADISCH, M. RODRIGUEZ RIPOLL

Corrosion Science (2022)

Components used in oil and gas fields are commonly exposed to CO₂ corrosion in aqueous solution. With increasing operating conditions in new fields, characterized by higher temperatures and pressures, presence of sour gases among others, corrosion resistant alloys (CRA) can provide an alternative, as the initial capital investment can be compensated by lower maintenance and the lack of need for inhibitors, thus providing a better life-cycle value. This work evaluates the tribocorrosion performance of wear resistant Fe- and Ni-base coatings in CO₂ anoxic environment. The six selected materials provide a wide overview of representative compositions and coating deposition techniques. While their separate corrosion or wear behavior has been previously addressed, knowledge about their tribocorrosion behavior is scarce and limited to atmospheric conditions. The results obtained under well-controlled electrochemical conditions using a unique developed apparatus show a superior performance of Ni-base coatings. Sliding significantly alters the open circuit potential of Fe-base coatings in contrast to Ni-base coatings. The conclusions emphasize the subordinate role of hardness in tribocorrosion performance.

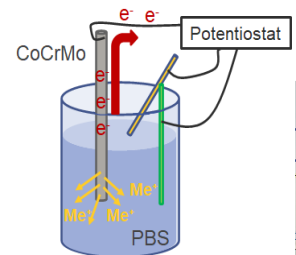


Concentration-dependent effects of Co and Cr ions on osteoarthritic chondrocytes

CH. BAUER, CH. STOTTER, V. JEYAKUMAR, E. NICULESCU-MORZSA, B. SIMLINGER, M. RODRIGUEZ RIPOLL, T. KLESTIL, F. FRANEK, S. NEHRER

Cartilage (2021)

CoCrMo alloys are commonly used in orthopedic implants, for example, in knee arthroplasty and partial surface replacement. However, Co and Cr ions from metal implants are released into the joint during sliding due to biotribocorrosion, inducing apoptosis and altering gene expression in various cell types. Here, we asked whether CoCr ions concentration dependently changed viability, transcriptional activity, and inflammatory response in human articular chondrocytes. Human articular chondrocytes were exposed to Co (1.02-16.33 ppm) and Cr (0.42-6.66 ppm) ions and cell viability, and early/late apoptosis (annexin V and 7-AAD) were assessed in 2D cell cultures. Changes in chondrocyte morphology were assessed using transmitted light microscopy. The effects of CoCr ions on transcriptional activity of chondrocytes were evaluated by quantitative polymerase chain reaction (qPCR). The inflammatory responses were determined by measuring the levels of released pro-inflammatory cytokines (interleukin-1 β [IL-1 β], IL-6, IL-8, and tumor necrosis factor- α [TNF- α]). CoCr ions concentration dependently reduced metabolic activity and induced early and late apoptosis after 24 hours in culture. After 72 hours, the majority of chondrocytes (>90%) were apoptotic at the highest concentrations of CoCr ions (16.33/6/66 ppm). SOX9 expression was concentration-dependently enhanced, whereas expression of COL2A1 linearly decreased after 24 hours. IL-8 release was enhanced proportionally to CoCr ions levels, whereas IL-1 β , IL-6, and TNF- α levels were not affected by the treatments. CoCr ions showed concentration- and time-dependent effects on articular chondrocytes. Fractions of apoptotic articular chondrocytes were proportional to CoCr ion concentrations. In addition, metabolic activity and expression of chondrocyte-specific genes were decreased by CoCr ions. Furthermore, exposure to CoCr ions caused a release of pro-inflammatory cytokines.

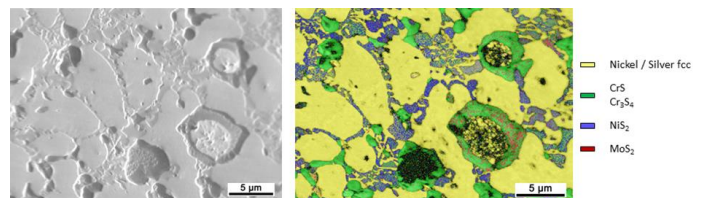


Tribological performance of Fe- and Ni-base self-lubricating claddings containing metal sulfides at high temperature

H. TORRES, T. CAYKARA, J. HARDELL, J. NURMINEN, B. PRAKASH, M. RODRIGUEZ RIPOLL

Friction (2022)

Fe-based coatings with the incorporation of solid lubricants have been prepared by means of laser cladding, in an effort to control friction and decrease tool wear at high temperatures during metal forming applications. In particular, the incorporation of transition metal dichalcogenides such as MoS₂ as precursors leads to the encapsulation of silver in Fe-based self-lubricating claddings, resulting in a uniform distribution of the soft metal across the thickness of the coating. Subsequent tribological evaluation of the claddings at high temperatures shows that the addition of lubricious compounds leads to lower friction at room temperature and significantly decreased wear up to 600°C compared to the unmodified Fe-based reference, although higher than similar self-lubricating Ni-based claddings. To cast light into these observed differences, the corresponding microstructures, phase composition and self-lubricating mechanisms have been studied and compared for Fe- and Ni-based claddings having both of them the addition of silver and MoS₂. The results suggest a key role of the formation of protective tribolayers on the counter body during high temperature sliding contact. Additional simulation of the phase evolution during solidification reveals that the formation of different Cr- and Ni-based metal sulfides by the decomposition of MoS₂ plays a key role in determining their tribological behaviour at high temperatures.



FORSCHUNGSBEREICH 3

Nachhaltige Anwendung von Schmierstoffen

Die Vision im Forschungsbereich ist das Messen, das Verstehen und das anwendungsangepasste Beeinflussen des zeitlichen Schmierstoff- und Kraftstoffverhaltens. Die Alterung – welche alle zeitlichen physikalischen und chemischen Änderungen der Bulk-Eigenschaften und Additiv-Oberflächen-Wechselwirkungen, während der Anwendung umfasst – spielt hierbei eine zentrale Rolle.

- Verstehen der Schmierstoff- und Kraftstoff-Alterung im Makro-, Mikro- und Molekular-Bereich
- Einfluss von Schmierstoff- und Kraftstoff-Formulierungen (einschließlich neuartiger Technologien auf Basis, z. B. ionischer Flüssigkeiten, Nanopartikel, biologischer Rohstoffe) sowie interagierender Oberflächen auf die Leistungsfähigkeit
- Design verlässlicher Sensorsysteme für die Ölzustandsanalyse aufbauend auf Multi-Parameter Sensorarrays

Im Rahmen der Forschung werden analytische Methoden im High-End-Bereich entwickelt und angewandt. 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 Leader

Dr.rer.nat. Marcella Patricia FRAUSCHER, MSc

AC2T research GmbH

Lubricant formulations and degradation mechanisms, oil condition monitoring using mass spectrometry and sensors, performance of conventional and alternative fuels, tribochemistry, sustainable lubrication solutions

RESEARCH AREA 3

Sustainable Lubrication

The vision of this research area is to measure, understand and influence, in a manner specific to the application, the temporal behaviour of lubricants and fuel. Here, the ageing process – which encompasses all temporal physical and chemical changes to the bulk properties and additive surface interactions during application – plays a pivotal role.

- Understanding lubricant and fuel deterioration at the macro, micro and molecular levels
- Influence of lubricant and fuel formulations (including innovative technologies based on, for example, ionic liquids, nanoparticles, organic raw materials) and of interacting surfaces on performance capacity
- Design of reliable sensor systems for oil condition analysis based on multi-parameter sensor arrays

In the scope of the research, analytical methods are designed and applied in the high-end area. For example, an Orbitrap mass spectrometer is successfully used for the identification of ageing products and mechanisms. The composition of tribochemical reaction layers is identified using small spot X-ray photoelectron spectrometry and the imaging mass spectrometer.

Nachhaltige Kraftstoffe mit Performance

Rasche Entwicklung vielversprechender Alternativen zu fossilen Kraftstoffen als neue Technologien in der Mobilität.

Das Bewusstsein über die notwendige Verfügbarkeit nachhaltiger Energieformen und die einhergehenden gesetzlichen Maßnahmen führen zu einer größer werdenden Nachfrage nach alternativen Kraftstoffen für moderne Fahrzeuge, sogenannten „Future Fuels“.

Für die rasche und bedarfsdeckende Umsetzung einer nachhaltigen Mobilität und Industrie ist eine Kombination verschiedener Kraftstoff-Technologien erforderlich. Insbesondere synthetische Kraftstoffe, Drop-In-Fuels sowie Kraft- und Schmierstoffe aus Abfallressourcen tragen als neue Technologien, neben alternativen Antrieben, zu einer raschen Energiewende im Bereich der Mobilität bei.

Diese neuen „Future Fuels“ können konventionelle fossile Kraftstoffe sowohl im Individual- und Schwerverkehr als auch in der Luft- und Schifffahrt ersetzen.

Um eine problemlose Anwendung alternativer Kraftstoffe zu gewährleisten, müssen neue Konzepte im Labormaßstab beginnend individuell für jede Lösung entwickelt werden und anschließend noch eine Bewertung im Feld erfolgen. Idealerweise sollen Methoden zur Bewertung potenzieller Kraftstoff-komponenten und fertiger Mischungen, den Blends, zuverlässig und überdies schnell und kostengünstig durchführbar sein.

Trotzdem müssen diese Methoden realitätsnah hinsichtlich Stabilität, Ablagerungsbildung, Wechselwirkung mit bestehenden und neuen Additiven sowie Abbauprodukten im Kraftstoff sein, um flexibel und rasch in der Entwicklung agieren zu können. Aufwändigere Tests werden nur noch mit den vielversprechendsten Blends durchgeführt.

Wirkungen und Effekte

Gemeinsam mit den Projektpartnern wurde die Bewertung einer Vielzahl potenzieller neuer Kraftstoffkomponenten erreicht. Diese Bewertung umfasst Stabilität, Ablagerungsneigung und die Wechselwirkung mit anderen Komponenten. Die Ergebnisse wurden herangezogen, um optimale Additivkomponenten und -konzentrationen für nachhaltige Kraftstoffe mit hoher Performance herauszuarbeiten. Mit den vielversprechendsten Mischungen werden weitere relevante Kraftstoffeigenschaften wie das Kälteverhalten oder das Langzeitverhalten in einem (Hybrid)-Motorprüfstand (beim Projektpartner) bewertet. Somit trägt der vorgestellte F&E-Ansatz zu den Nachhaltigkeitszielen der UNO bei, insbesondere zu „Industrie, Innovation und Infrastruktur“ und „Maßnahmen zum Klimaschutz“ der „Agenda 2030“.

Sustainable fuels with performance

Rapid development of promising alternatives to fossil fuels as new technologies in mobility.

Awareness of the need for sustainable forms of energy and the accompanying legal measures are leading to greater demand for alternative fuels for utilisation in modern vehicles, so-called “Future Fuels”.

A combination of different fuel technologies is required for the rapid and demand-covering implementation of sustainable mobility and industry. In addition to alternative drives, in particular, synthetic fuels, drop-in fuels, and fuels and lubricants from waste resources contribute as new technologies significantly to a rapid energy turnaround in the field of mobility.

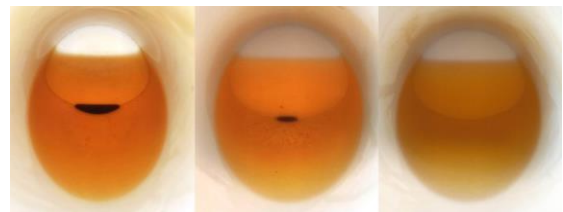
These new “Future Fuels” can replace conventional fossil fuels in individual and heavy-duty transportation as well as in aviation and shipping.

To ensure unproblematic application of alternative fuels, new concepts must be developed individually for each solution, starting on a laboratory scale followed by an evaluation in the field. Ideally, methods for evaluating potential fuel components and finished mixtures, the blends, should be reliable and, moreover, quick and inexpensive to perform.

Nevertheless, these methods must be close to reality regarding stability, deposit formation, interaction with existing and new additives as well as degradation products in fuels enabling flexible and quick acting in the development process. Thus, more complex tests are only carried out with the most promising blends.

Impact and effects

Together with the project partners, the evaluation of a large number of potential new fuel components was obtained. This assessment includes stability, deposition tendency and interaction with other components. The findings were used to work out optimum additive components and concentrations for sustainable fuels with high performance. With the most promising blends, further relevant fuel properties such as cold behavior or long-term performance in a (hybrid) engine test rig (at the project partner) are evaluated. Thus, the presented R&D approach contributes to the sustainability goals of the UN, especially to "Industry, Innovation and Infrastructure" and "Climate Change Action" of the "Agenda 2030".



Nachhaltige Kraftstoffe mit Performance
(© AC2T research GmbH)

Sustainable fuels with performance
(© AC2T research GmbH)

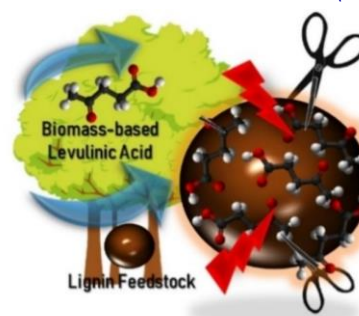
Highlighted publications

Electrochemical depolymerization of lignin in a biomass-based solvent

S. DA CRUZ, M. G., GUERET, R., CHEN, J., PIĄTEK, J., BEELE, B., SIPPONEN, M. H., FRAUSCHER M., BUDNYK S., RODRIGUES B., SLABON A.

ChemSusChem (2022)

Breaking down lignin into smaller units is the key to generate high value-added products. Nevertheless, dissolving this complex plant polyphenol in an environment-friendly way is often a challenge. Levulinic acid, which is formed during the hydrothermal processing of lignocellulosic biomass, has been shown to efficiently dissolve lignin. Herein, levulinic acid was evaluated as a medium for the reductive electrochemical depolymerization of the lignin macromolecule. Copper was chosen as the electrocatalyst due to the economic feasibility and low activity towards the hydrogen evolution reaction. After depolymerization, high-resolution mass spectrometry and nuclear magnetic resonance spectroscopy revealed lignin-derived monomers and dimers. A predominance of aryl ether and phenolic groups was observed. Depolymerized lignin was further evaluated as an anti-corrosion coating, revealing enhancements on the electrochemical stability of the metal. Via a simple depolymerization process of biomass waste in a biomass-based solvent, a straightforward approach to produce high value-added compounds or tailored biobased materials was demonstrated.

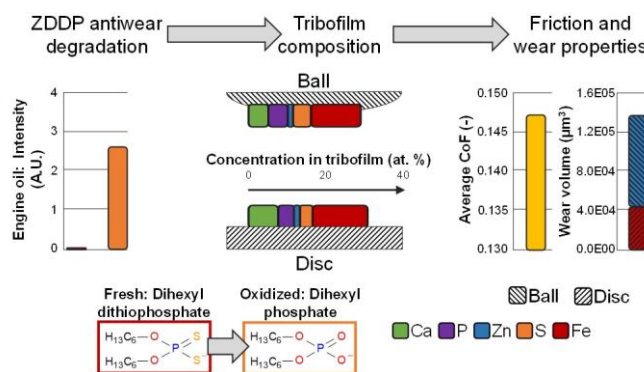


A comprehensive tribological assessment of engine oil degradation in a passenger car

AGOCs A., BESSER C., BRENNER J., BUDNYK S., DÖRR N., FRAUSCHER M.

Tribology Letters (2022)

In this study, the deterioration of the friction and wear properties of a SAE 5W-30 engine oil during its service life as well as the differences in tribofilms formed by different oil conditions are investigated. A field test was conducted with a passenger car equipped with a modern, turbocharged gasoline engine under real driving conditions, where several used oil aliquots were collected. The collected used oil samples underwent tribological model tests, which revealed a 9% increase in friction and an over 420% increase in wear compared to the fresh oil during the 20,000 km service life. Furthermore, the composition of the tribofilms was correlated with previously published data on additive degradation in the used engine oils. The observed tribofilms changed significantly depending on additive degradation. In detail, the degradation of zinc dialkyl dithiophosphate (ZDDP) antiwear additive was analysed. The results showed a significant decrease in phosphorus and zinc as well as an increase in iron content in the tribofilms once ZDDP is depleted, which correlates well with the increase in the observed wear rates. Additionally, comparison with high-resolution mass spectrometry data showed that depletion of the original dialkyl dithiophosphate additive and successive formation of dialkyl thiophosphates has only minor influence on the tribofilm composition, the mentioned changes occur once the dialkyl thiophosphates are completely depleted and only dialkyl phosphates remain in the engine oil. This offers some insight on the mechanism of tribofilm formation by in-service, partially degraded ZDDP, which is prevalent under real operating conditions.

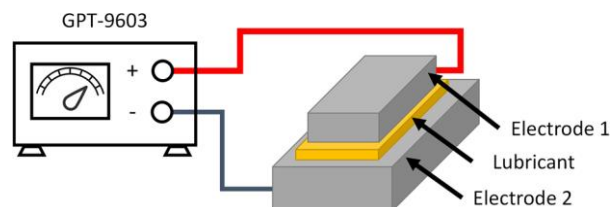


Influence of lubricant properties for electrical isolation in hydraulic systems

C. SCHNEIDHOFER, B. BUJOR, M. ADLER, E. BADISCH, K. ADAM

BHM (2022)

When using lubricants in binding machines, the isolation properties of the used lubricants are essential for a failsafe operation of the spot-welding process. Lubricants are applied to the sliding plates to ensure low-friction infeed of the spot-welding arm. In case of over-lubrication, a current transfer results in a reduced functionality of the spot-welding process. Therefore, the isolation properties of the used lubricants have to be considered. The measurement of the isolation resistance and the dielectric strength is suggested for the selection of a proper lubricant. Within this contribution, the isolation properties of thin lubricant film contacts were systematically investigated by measurement of the isolation resistance and dielectric strength. The influence of temperature and humidity present in the insulation fluids and the dependency of the measurement voltage and electrode distance are discussed. The benchmark of a selection of different lubricants clearly indicated the importance of choosing the right lubricant for the specific application.



FORSCHUNGSBEREICH 4

Synaptic Tribology

“Synaptic Tribology” (angelehnt an die griechischen Wörter “συνάπτω”, aus dem ersten Teil “συν” ([sun], “zusammen”) und dem zweiten Teil άπτω ([háptō], “verbinden”, “befestigen”, “berühren”) verbindet tribologische Grundlagenforschung verschiedener Forschungsdisziplinen – von fundamentalen Prozessen wie Reibung, Verschleiß und Schmierung über neue Messmethoden bis hin zur Datenwissenschaft. Damit soll das Systemverhalten im Detail verstanden werden und so einen aktiven Entwicklungsprozess für neue Tribodesign-Maßnahmen und Vorhersagen zu deren Effekten auf die Performance in realen Anwendungen zu ermöglichen.

Besonderer Fokus wird auf die Analyse der tribologischen Daten gelegt: Online-Messungen dienen zur Detektion von Veränderungen im tribologischen System (z. B. zur Früherkennung von Fehlern), außerdem werden Algorithmen der künstlichen Intelligenz verwendet, um mehrdimensionale Datensätze, wie Verschleißbilder, Topographien oder chemische Spektren zu analysieren und so auf den Gesundheitszustand des Tribosystems rückzuschließen. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Lab-2-Field Ansatz, also das Umlegen von Laborerkenntnissen auf das Realsystem: um ein Tribosystem optimal zu verstehen und zu beeinflussen, werden tribologische Experimente mit digitalen Zwillingen unterstützt, was in der letzten Ausbaustufe zu einem Hardware-in-the-Loop Tribometer führt, der im Stande ist, Belastungssituationen aus der realen Anwendung abzubilden und im tribologischen Modelltest nachzustellen.

Forschungsschwerpunkte:

- Online-Messung von tribologischen Daten und Erfassung versteckter Vorgänge mit High-End Analytik
- Erkennung von Änderungen in Zeitserien-Daten durch fortschrittliche statistische Methoden
- Analyse von mehrdimensionalen Daten mit Methoden der künstlichen Intelligenz
- Lab-2-Field Entwicklungsumgebung von Tribosystemen vom tribologischen Kontaktpunkt bis zu kompletten Systemen
- Hardware-in-the-Loop Tribometer für realitätsnahes Bewerten von Komponenten



Research Area Leader

Dr.mont. Markus VARGA, MSc

AC2T research GmbH

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

RESEARCH AREA 4

Synaptic Tribology

“Synaptic Tribology” (in the sense of the Greek word “συνάπτω”, from the first part “συν” ([sun], “together”) and the second part άπτω ([háptō], “to join”, “to tack”, “to touch”) joins different disciplines and integrates fundamental tribological research – from processes of friction, wear and lubrication over new measurement methods until data science. Thereby, the system behaviour is understood in detail, enabling an active process of developing novel tribodesign measures and predicting effects on real-life performance.

Here special emphasis is placed on the data evaluation of tribological data, both on-line measurements are used to detect change points in the tribological system (e.g., for failure detection), and secondly artificial intelligence is used to evaluate multidimensional data, like wear images, topographies, chemical spectra, to derive the health-state of the tribosystem. A second focus is the lab-2-field approach: to understand and control a tribosystem in an optimal way, tribological experiments are aided by digital twins, this will result in a hardware-in-the-loop tribometer, capable of mimicking real load conditions of a component with a tribological model test.

Research topics:

- On-line measurement of tribological data and elucidation of hidden phenomena with high-end analytics
- Change point detection in time series data by advanced statistics
- Evaluation of multidimensional data by artificial intelligence
- Lab-2-Field development environment of tribosystems from the tribological contact point up to complete systems
- Hardware-in-the-Loop tribometer for realistic component testing

Der Triboakustische Stift – Aufklärung der Geheimnisse geschmierter Kontakte

Eine neue Klasse physikalischer Sensoren erlaubt die in-situ Messung von entscheidenden tribologischen Parametern.

Gemäß Holmberg und Erdemir werden ~20% des weltweiten Energieverbrauchs für die Überwindung von Reibung aufgebracht. Es ist deshalb von großem Interesse die Wirkungsweisen von verschiedenen Schmierstoffen zu kennen, um deren Performance zu verbessern oder sie zukünftig durch grüne Alternativen zu ersetzen. Die Entwicklung von Schmierstoffen ist jedoch ein zeitaufwändiger Prozess, insbesondere in Hinblick auf schnell veränderliche staatliche Regulierungen. Um deshalb die Leistung von Schmierstoffen effizient zu untersuchen, werden tribologische Tests durchgeführt. Diese Tests analysieren die Wirkungsweise von Schmierstoffen unter verschiedenen Belastungen wie sie in Realsystemen auftreten, wie Scherung, hohe Last oder Temperatur. Die Messtechnikgruppe bei AC2T research GmbH hat dazu einen neuen Sensor entwickelt, den s.g. „Triboakustischen Stift“. Dieser Sensor ähnelt einem Standard-Testkörper für tribologische Tests, besteht aber aus einem komplexen Lab-on-a-Chip, der die Schmierstoffperformance in-situ und nicht invasiv messen kann.

Tribologische Standardmessungen simulieren die Kontakt-situation meist mit einem kugelförmigen Stift, der gegen einen Gegenkörper reibt, mit einem Schmierstoff, der diese beiden Körper separiert. Der Triboakustische Stift ist ähnlich aufgebaut, um den kugelförmigen Standard-Stift zu ersetzen. Er wird jedoch mit Ultraschall-Sensoren ausgestattet, wobei die Ultraschallwellen wichtige Schmierstoffeigenschaften direkt im Kontakt messen können. Diese nicht invasive Messtechnik erlaubt es die Schmierfilmdicke direkt während des tribologischen Experiments aufzuzeichnen. Diese Filmdicke ist der entscheidendste physikalische Parameter, der den geschmierten Kontakt beschreibt: ein dicker Film bedeutet gute Schmierwirkung, geht aber mit erhöhten Reibverlusten einher, wohingegen ein sehr dünner Film leicht zusammenbrechen kann und so zu Verschleiß führt.

Triboakustischer Stift mit Ultraschallwelle (links); Einbausituation in einem Triboexperiment (rechts).

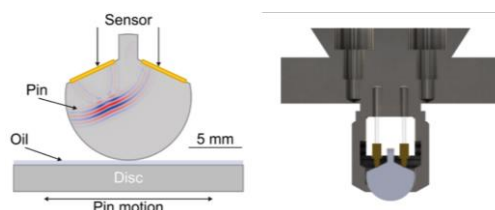
Tribo-acoustic pin with ultrasonic wave (left); Assembled sensor in a tribo-test (right).

Tribo-Acoustic Pin – Unravelling the secrets of lubricated tribosystems

A new class of physical sensors allows for the in-situ measurement of crucial tribological parameters.

According to Holmberg and Erdemir ~ 20% of world's energy is lost through friction. Therefore, the understanding of the operation principle of different lubricating media is of utmost importance to further improve their behaviour or compensate them with green alternatives in the future. The development of lubricants is a time-consuming task for industry, and the challenge is further exacerbated by fast-changing regulation scenarios. Therefore, to optimize the lubricant's frictional performance, tribological testing plays a crucial role. These tests replicate the performance of oils undergoing shear, load and temperatures that are characteristic of real industrial components. The metrology group of AC2T research GmbH has developed a new sensor for tribo-testing called "the tribo-acoustic pin". This sensor looks like a standard test pin for tribological testing, but it is a complex laboratory in a chip device that measures oil performance in-situ and non-invasively.

In standard tribological testing, the contact situation of a machine component is modelled by a spherical pin rubbing on a counterbody while a lubricating oil separates the two bodies. A tribo-acoustic pin exchanging on of these bodies consists of a similar spherical pin instrumented with ultrasonic sensors and uses high frequency ultrasonic waves to measure oil properties directly in the contact. This non-invasive sensor allows monitoring of the oil film thickness in the contact during the tribological experiment, being the most crucial physical performance parameter in lubricated contacts - a high film thickness corresponds to good lubrication, but potentially high frictional losses, while a thin lubricant film might break down and cause wear.



Wirkungen und Effekte

Validierungsversuche, die mit dem Triboakustischen Stift durchgeführt wurden, zeigten hohe Zuverlässigkeit in der Bestimmung der Filmdicke. Dies zeigt ein hohes Potential für die Optimierung existierender Testprozeduren auf, um so die Entscheidungsfindung für industrielle Prozesse zu vereinfachen. Weltweit werden jährlich über eine Million tribologische Standardtests in der Forschung durchgeführt. Da diese Tests sehr zeitaufwändig sind, ist es entscheidend deren Aussagekraft zu verbessern. Hier kann der Triboakustische Stift eine wertvolle Zusatzinformation durch das direkte Messen der Filmdicke liefern.

Der Triboakustische Stift wurde zum Patent angemeldet. Das Entwicklerteam hat für die Erfindung bereits den tectnet/accent Innovation Award 2021/2022 und den GfT Förderpreis 2021 gewonnen.

Impact and effects

Validation tests conducted on the tribo-acoustic pin have shown high reliability in the quantification of the film thickness, thus this device has a high potential to optimize existing test procedures and decision-making processes in the industry. In total, over 1,000,000 standard tribological tests are executed yearly in research. These tests are time consuming, and it is crucial to maximise the gained information. Here, the tribo-acoustic pin delivers a direct measurement of the film thickness, providing valuable insights on the oil performances in a contact.

The tribo-acoustic pin technology IP is currently being registered, and the team working on this device has already won two research and technology awards for this innovation: (tectnet/accent Innovation Award 2021/2022; GfT Förderpreis 2021).

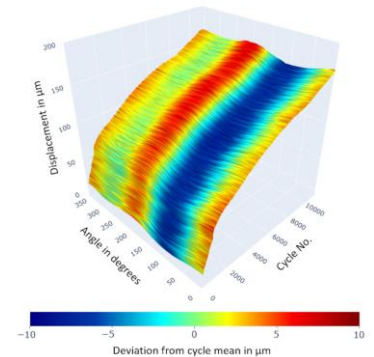
Highlighted publications

Comprehensive review of tribometer dynamics – Cycle-based data analysis and visualization

J. PROST, G. BOIDI, T. LEBERSORGER, M. VARGA, G. VORLAUFER

Tribologists often rely on triboexperiments to investigate factors that affect a tribosystem. The inherent dynamic behavior of the respective tribometer setups and its effect on data interpretation remain often unknown. In this study, a comprehensive analysis of sensor data obtained from lubricated and dry triboexperiments is performed. Data are generated on a pin-on-disc test rig with a silicon nitride ball on a steel disc contact with a rotation frequency of ~3 Hz. High-speed acquisition of sensor data up to 5 kHz is performed to resolve changes in the data within individual cycles. The characteristic frequencies of the system and their temporal evolution are determined via time–frequency analysis, which reveals periodic patterns in the sensor data. Cycle-based data evaluation allows the detection of localized events and changes during an operation and considerably reduces the apparent measurement uncertainty, as compared with an unreduced dataset. The data analysis and visualization routines presented herein may serve as a prototype for further application to tribometer setups.

Friction (2022)

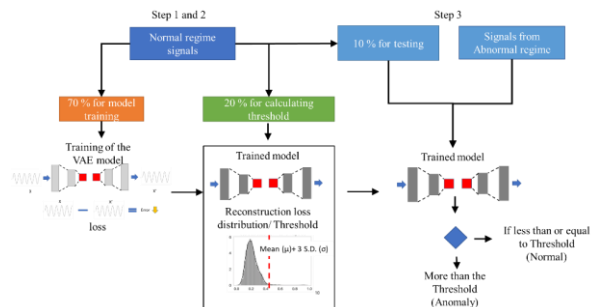


Identification of abnormal tribological regimes using a microphone and semi-supervised machine-learning algorithm

V. PANDIYAN, J. PROST, G. VORLAUFER, M. VARGA, K. WASMER

Monitoring the integrity of components only by offline inspections leads to significant wasted machine time. A potential alternate option is the analysis of sensors signatures capable of capturing the wear state and correlating it with the wear phenomenon, followed by in-situ classification using a state-of-the-art machine learning (ML) algorithm. Though this technique is better than offline inspection, it possesses inherent disadvantages for training the ML models. Ideally, supervised training of ML models requires the datasets considered for the classification to be of equal weightage to avoid biasing. The collection of such a dataset is very cumbersome and expensive in practice, as in real industrial applications, the malfunction period is minimal compared to normal operation. Furthermore, classification models would not classify new wear phenomena from the normal regime if they are unfamiliar. As a promising alternative, in this work, we propose a methodology able to differentiate the abnormal regimes, i.e., wear phenomenon regimes, from the normal regime. This is carried out by familiarizing the ML algorithms only with the distribution of the acoustic emission (AE) signals captured using a microphone related to the normal regime. As a result, the ML algorithms would be able to detect whether some overlaps exist with the learnt distributions when a new, unseen signal arrives. To achieve this goal, a generative convolutional neural network (CNN) architecture based on variational auto encoder (VAE) is built and trained. During the validation procedure of the proposed CNN architectures, we could identify acoustics signals corresponding to the normal and abnormal wear regime with an accuracy of 97% and 80%. Hence, our approach shows very promising results for in situ and real-time condition monitoring or even wear prediction in tribological applications.

Friction (2022)

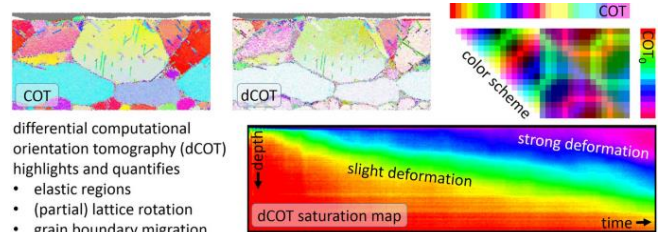


Elucidating the onset of plasticity in sliding contacts using differential computational orientation tomography

S. J. EDER, P. G. GRÜTZMACHER, M. RODRÍGUEZ RIPOLL, J. F. BELAK

Depending on the mechanical and thermal energy introduced to a dry sliding interface, the near-surface regions of the mated bodies may undergo plastic deformation. In this work, we use large-scale molecular dynamics simulations to generate “differential computational orientation tomographs” (dCOT) and thus highlight changes to the microstructure near tribological FCC alloy surfaces, allowing us to detect subtle differences in lattice orientation and small distances in grain boundary migration. The analysis approach compares computationally generated orientation tomographs with their undeformed counterparts via a simple image analysis filter. We use our visualization method to discuss the acting microstructural mechanisms in a load- and time-resolved fashion, focusing on sliding conditions that lead to twinning, partial lattice rotation, and grain boundary-dominated processes. Extracting and laterally averaging the color saturation value of the generated tomographs allows us to produce quantitative time- and depth-resolved maps that give a good overview of the progress and severity of near-surface deformation. Corresponding maps of the lateral standard deviation in the color saturation show evidence of homogenization processes occurring in the tribologically loaded microstructure, frequently leading to the formation of a well-defined separation between deformed and undeformed regions. When integrated into a computational materials engineering framework, our approach could help optimize material design for tribological and other deformation problems.

Tribology Letters (2021)





Geräteausstattung

Equipment

Tribosystem-Charakterisierung

Schwing-Reibverschleiß Tribometer (SRV® V) mit Klimakammer
Oscillating Friction and Wear Tribometer (SRV® V) with Climate Chamber

Schwing-Reibverschleiß Tribometer (SRV® IV) mit schwenk- und drehbarer Probenkammer und dynamischer Belastungseinheit
Oscillating Friction and Wear Tribometer (SRV® IV) with Adjustable Inclination and Rotation of the Test Chamber and Dynamic-Load Unit

Schwing-Reibverschleiß Tribometer (SRV® III) mit Rotationseinheit (bis zu 290 °C)
Oscillating Friction and Wear Tribometer (SRV® III) with Rotation Unit (up to 290 °C)

Schwing-Reibverschleiß Tribometer (SRV® I) mit Heizeinheit (bis zu 800 °C)
Oscillating Friction and Wear Tribometer (SRV® I) with Heating Unit (up to 800 °C)

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 1,000 °C)

Ring-Reibungs- und Verschleiß Tribometer mit modularer Probenaufnahme
Ring Friction and Wear Tribometer with Modular Sample Holder

Stift-Scheibe Tribometer (horizontale Drehachse)
Pin-on-Disc Tribometer (horizontal axis of rotation)

Stift-Scheibe Tribometer (vertikale Drehachse)
Pin-on-Disc Tribometer (vertical axis of rotation)

Linear oszillierendes Tribometer (Lasten bis zu 3.000 N)
Linear Oscillating Tribometer (load up to 3,000 N)

Linear oszillierendes Tribometer mit Hochlasteinheit (bis zu 10.000 N)
Linear Oscillating Tribometer with High-Load Unit (up to 10,000 N)

Linear oszillierendes Tribometer mit Rad-Schiene-Modell-Einheit (bis zu 8.000 N)
Linear Oscillating Tribometer with Wheel-Rail-Modell Unit (up to 8,000 N)

Universelles Tribometer TriboLab™
Universal Mechanical Tester TriboLab™

Präzisions-Gleitlager Tribometer (mit radialer Belastung)
Precision Journal Bearing Tribometer (with loading in radial direction)

Präzisionslager Tribometer (mit radialer und axialer Belastung)
Precision Bearing Tribometer (with loading in radial and axial direction)

Gleitlager Tribometer für Dauerlauftest (5 Einheiten)
Journal Bearing Tribometer for Endurance Tests (5 units)

Kleinlast Tribometer mit elektrochemischer Testzelle (10 N - 1.000 mN)
Low-Load Tribometer with Electrochemical Cell (10 N - 1,000 mN)

Präzisions-Tribometer NTR³ mit Last-Auflösung im nano-Newton-Bereich (10 N - 1.000 mN)
Precision Tribometer NTR³ with Load Resolution in the Nano-Newton Range (10 N - 1,000 mN)

Gleit-Korrosion Tribometer mit temperierbarer Testkammer für flüssiges Umgebungsmedium
Sliding Corrosion Tribometer with Temperature-controlled Test Chamber for Liquid Environmental Medium

Gleit-Korrosion Tribometer mit elektrochemischer Testzelle
Sliding Corrosion Tribometer with Electrochemical-Cell

2-Scheiben Tribometer für dynamische Reibmomentmessung
2-Discs Tribometer for Dynamic Friction Torque Determination

Tribosystem-Characterization



SRV® V Tribometer



Präzisions-Tribometer NTR³
Precision Tribometer NTR³



2-Scheiben Tribometer
2-Discs Tribometer

2-Scheiben Tribometer Typ Amsler
2-Discs Tribometer Amsler-type

Hochlast 2-Scheiben Tribometer für dynamische
 Reibmomentmessung
*High-load 2-Discs Tribometer for Dynamic Friction
 Torque Determination*

Vierkugel-Apparat
Four Ball Apparatus

Wälzlager-Kühlmittel Teststand
Rolling Bearing Cooling Liquid Test Rig

Gewindeumform-Teststand
Thread Forming Test Rig

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

Hüftgelenk Simulatoren
Hip Joint Simulators

Schmierstoffprüfgerät nach Brugger
Brugger Lubricant Tester

Tribometer für stromdurchflossene Schleifkontakte
Tribometer for Current-carrying Sliding Contacts

Kniehebellager Teststand
Toggle Lever Bearing Test Rig

Teststand zur Untersuchung des Schaltverhaltens von Relais
Test Rig for Investigation of the Switching Behaviour of Relays



Kniehebellager Teststand
Toggle Lever Bearing Test Rig



Technologien zur Werkstoff- & Oberflächengestaltung

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

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

Prall-Abrasion-Tribometer
Impeller Tumbler Tribometer

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

ASTM G65 Reibradprüfgerät mit ASTM B611
 „Slurry“-Prüfeinheit
*ASTM G65 Dry Sand / Rubber Wheel Tester with ASTM B611
 Slurry Unit*

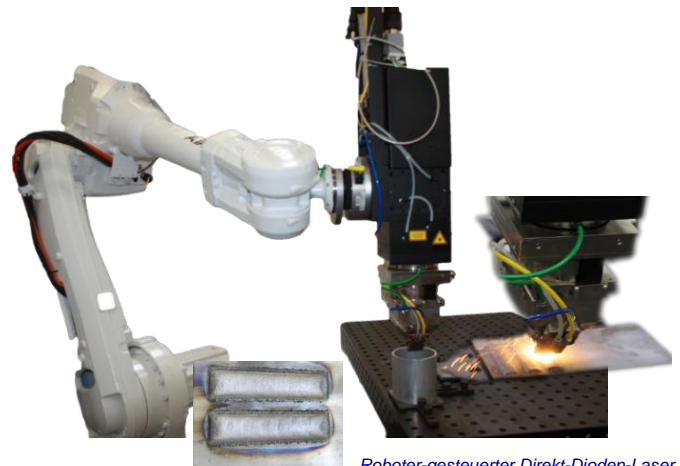
Hochtemperatur-Reibradttester mit Abrasiv-Heizofen
 (bis 800 °C)
*High-Temperature Dry Sand / Steel Wheel Tester with
 Abrasive Heating Unit (up to 800 °C)*

Hochtemperatur-Korrosionsteststand (bis zu 1.400 °C)
High-Temperature Corrosion Test Rig (up to 1,400 °C)

Hochtemperatur-zyklischer-Schlag-Abrasion-Teststand (bis 750 °C)
High-Temperature Cyclic Impact Abrasion Test Rig (up to 750 °C)

Partikel-Siebmaschine (32 µm - 4 mm)
Particle Sieve Shaker (32 µm - 4 mm)

Surface Processing & Design



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

Werkstoffanalytik

Materialographielabor (Präzisions-Trennmaschinen, Warmeinbettpresse, Schleif- und Poliermaschine für die manuelle oder automatische Präparation)

Materialography Laboratory (Precision Cut-off Machines, Hot Mounting Press, Grinding and Polishing Machine for manual or automatic preparation)

Rasterelektronenmikroskop mit Ionenfeinstrahlereinheit (inkl. Energiedispersiver Röntgenspektroskopie und Elektronenrückstreubeugung)

Scanning Electron Microscope Focused Ion Beam unit (including X-ray Spectroscopy and Electron Backscatter Diffraction)

Niedervakuum Rasterelektronenmikroskop (inkl. Energiedispersiver Röntgenspektroskopie)

Low Vacuum Scanning Electron Microscope (including X-ray Spectroscopy)

Berührungslos messende Oberflächentopografie-Messgeräte

Non-contact Surface Topography Measurement Systems

3D-Mikroskop mit Konfokalmodus und Interferometermodus

3D Microscope with Confocal modus and Interferometer modus

3D-Mikroskop basierend auf dem Fokusvariationsprinzip

3D Microscope based on Focus-Variation

Mobile berührungslos messende Oberflächentopografie-Messgeräte

Mobile Non-contact Surface Topography Measurement Systems

3D-Profilometer mit konfokal-chromatischem Sensor

3D Profilometer with confocal-chromatic sensor

3D-Profilometer mit Laser-Linien-Triangulation

3D Profilometer with Laser Line Triangulation

Lichtmikroskop mit digitaler Kamera und Bildverarbeitung

Light Microscope with Digital Camera and Image Processing

Stereo-Mikroskop mit digitaler Kamera und Bildverarbeitung

Stereomicroscope with Digital Camera and Picture Processing

Quantitative Bildanalyse

Quantitative Image Analysis

Ritz-Tester mit luftgelagertem Messtisch (gekrümmte Oberflächen möglich) (1 N - 100 N)

Scratch-Tester with Air-bearing Measuring Table (spherical surfaces possible) (1 N - 100 N)

Hochtemperatur Härte- und Ritz-Tester (20 °C - 1.000 °C)

High temperature Hardness- and Scratch-Tester (20 °C - 1,000 °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 - 1,000 g)

Permeabilität-Messgerät (für zylindrische und ebene Proben)

Permeability Measuring Systems (for cylindrical and planar samples)



Rasterelektronenmikroskop
Scanning Electron Microscope



3D-Profilometer



Nanoindenter Testkammer
Nanoindenter Test Chamber

Schmierstoffe und Schmierstoffanwendungen

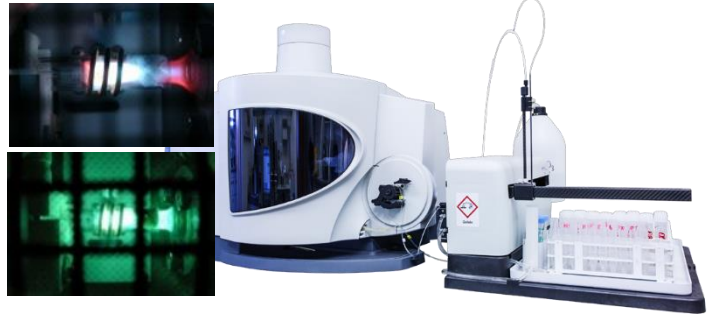
Lubricants and Lubrication

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

Fourier-Transform-Infrarot-Mikroskop
Fourier Transform Infrared Microscope

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

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



Atomemissionsspektrometer; Analysekammer mit Plasmafackel
ICP-OES; Analysis Chamber with Plasma Torch

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

Apparat zur Herstellung von künstlich gealterten Schmierölen, 25 °C - 300 °C, bis 200 Liter (AC²T-Methode)
Device to Produce Artificial Altered Lubricants, 25 °C - 300 °C, up to 200 litres (AC²T method)

Rheometer MCR302, rheologische und tribologische Experimente im Temperaturbereich von -30 °C bis 200 °C
Rheometer MCR302, rheological and tribological experiments in the temperature range from -30 °C to 200 °C



Rheometer MCR302

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

Kupferstreifenestgerät, 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



Apparat zur Herstellung von künstlich gealterten Schmierölen
Device to Produce Artificial Altered Lubricants

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

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.)

Messgerät zur Bestimmung von Partikelgrößen
Measuring Device for Determining Particle Sizes

Apparate zur Bestimmung von:
Device for the Determination of:

Demulgiervermögen, ASTM D 1401
Water Separability, ASTM D 1401

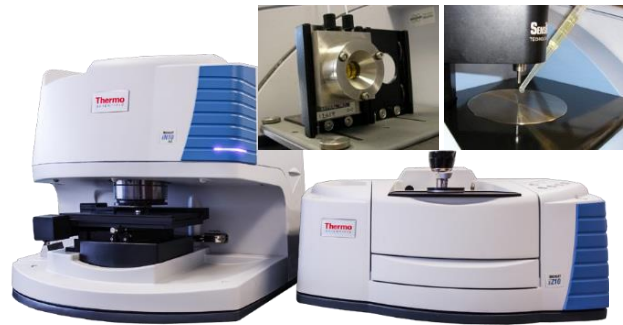
Luftabscheidevermögen, DIN 51381
Air Release Behaviour, DIN 51381

Schaumverhalten, ASTM D 892
Foaming Characteristics, ASTM D 892

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



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



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



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

Erweiterte chemische Analytik

Gaschromatograph gekoppelt mit Flammen-Ionisations-Detektor und Triple-Quadrupol-Massenspektrometer (GC-FID-MS)
Injektionssysteme: Flüssiginjektion für Proben in Lösung, Pyrolyse für feste oder hochmolekulare Proben, Headspace für flüchtige Verbindungen, Gaslaufabgabesystem bei konstantem Druck, Festphasenmikroextraktion, Cryo Trap, Direktinjektion in das Massenspektrometer

Gas Chromatograph Coupled with Flame Ionisation Detector and Triple Quadrupole Mass Spectrometer (GC-FID-MS)
Diverse Injection Systems: Liquid Injection for Samples in Solution, Pyrolysis for Solid or High-molecular Samples, Headspace for volatiles, Constant Pressure Infusion for Gases, Solid-Phase Microextraction, Cryo Trap, Direct Inlet Probe in the Mass Spectrometer

Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) in Reinraumumgebung (ISO 14644-4- Klasse 7)
Photodiodenarray-Detektor, Corona Detektor, Massendetektor (LTQ Orbitrap XL)

High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) in clean room environment (ISO 14644-4- class 7)
Photo Diode Array, Corona detector, Mass detector (LTQ Orbitrap XL)

Advanced Chemical Analysis



Quantitative Elementanalyse für C, H, N, S und O in organischen Verbindungen
Quantitative Analyses for C, H, N, S, and O in Organic Compounds

Hochauflösendes Tandem-Massenspektrometer LTQ Orbitrap XL mit hoher Massengenauigkeit in Reinraumumgebung (ISO 14644-4 Klasse 7)
 Elektrospray und chemische Ionisation bei Atmosphärendruck für Proben in Lösung (ESI, APCI)
 Matrixunterstützte Laser-Desorptions-Ionisation unter Atmosphärendruck für organische Verbindungen auf Oberflächen (AP-MALDI)

High Resolution High Accuracy Tandem Mass Spectrometer LTQ Orbitrap XL in Clean Room Environment (ISO 14644-4 class 7)
Electrospray Ionisation (for samples in solution), Atmospheric Pressure Chemical Ionisation (ESI, APCI)
Atmospheric Pressure Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Mass Spectrometer for Organic Compounds on Surfaces (AP-MALDI)

Theta Probe Small-Spot parallel winkelauflösendes Röntgen-Photoelektron-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)

Potentiostate zur Charakterisierung tribo-korrosiver und tribo-elektrochemischer Vorgänge

Potentiostats for Characterisation of Tribo-corrosive and Tribo-electrochemical Processes

Thermogravimetrische Analyse (TGA), Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC), Differenz-Thermoanalyse (DTA)

Thermogravimetric Analysis (TGA), Differential Scanning Calorimetry (DSC), Differential Thermal Analysis (DTA)

Quantitative Elementanalyse für C, H, N, S und O in organischen Verbindungen

Quantitative Analyses for C, H, N, S, and O in Organic Compounds



Thermogravimetrische Analysen
Thermogravimetric Analyses

Tribosystem-Modellierung & Simulation

LINUX HPC Cluster mit 1.344 Prozessorkernen (25 TFlops)

LINUX HPC Cluster with 1,344 Processor Cores (25 TFlops)

Software zur numerischen Simulation von tribologischen Vorgängen, sowie für Datenwissenschaften

Software for the Numerical Simulation of Tribological Phenomena and for Data Science

Comsol Multiphysics Finite Elemente
Comsol Multiphysics Finite Elements

Ansys Simulationssoftware
Ansys Engineering Simulation Software

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

Wolfram Mathematica (für symbolische Mathematik)
Wolfram Mathematica (for symbolic mathematics)

Python & relevante Bibliotheken (SciPy, NumPy, pandas, Scikit Learn etc.)
Python & relevant libraries (SciPy, NumPy, pandas, Scikit Learn etc.)

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

Simscape (zur dynamischen Systemsimulation)
Simscape (for dynamic system simulation)

OpenModelica (zur Mehrkörper Simulation und Simulation dynamischer Systeme)
OpenModelica (for multi-body simulation and dynamic system simulation)

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

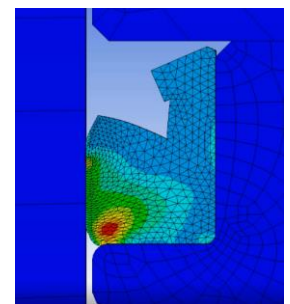
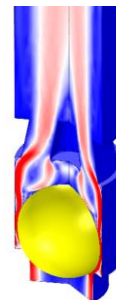
VASP (für Ab-initio Berechnungen)
VASP (for ab-initio calculations)

Ruby on Rails (Rahmen für Web-Applikationen)
Ruby on Rails (Framework for Web-Applications)

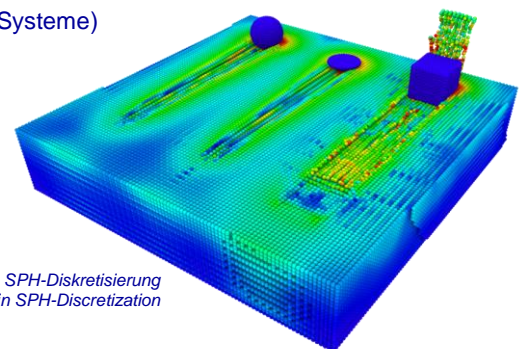
R (zur statistischen Datenanalyse)
R (for statistical data analysis)

JMP (zur statistischen Versuchsplanung und Datenanalyse)
JMP (for design of experiments and statistical data analysis)

Strömungsmechanische Simulation eines Kugelrückschlagventils
Fluid mechanical simulation of a ball check valve



Mechanische Simulation einer Dichtung
Mechanical simulation of a seal



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

Tribologie-fokussierte Messtechnik

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)

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

3D Scanner Artec Leo
3D Scanner Artec Leo

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

Hochleistungsstromquellen:
SM 70-CP-450 (0-70 V, -450 bis +450 A) und SM 500-CP-90 (0-500 V, -90 bis +90 A)
High-performance Power Sources: SM 70-CP-450 (0-70 V, -450 bis +450 A) & SM 500-CP-90 (0-500 V, -90 bis +90 A)

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

Echtzeitfähige Entwicklungsumgebung PXIe-1095
Real Time Capable Development Environment PXIe 1095

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 2,500°C)

5DVIZ (5-dimensionale Visualisierung), bestehend aus: 3D Scanning Laser-Doppler Schwingungsmessgerät (Oberflächenschwingungen bis zu 25 MHz) & Hochgeschwindigkeits-Kamera (bis zu 2,45 Mio. Bilder/s) & Hochgeschwindigkeits-Infrarot-Kamera (bis zu 2.000°C)
5DVIZ (5-Dimensional Visualization) consisting of: 3D Scanning Laser-Doppler Vibrometer (surface vibrations up to 25 MHz) & High-Speed Camera (up to 2.45 mio. images/s) & High-Speed Infrared-Camera (up to 2,000°C)

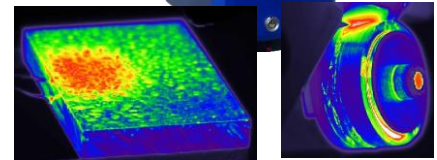
Metrology in Tribology



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



*Infrarot-Kamera
Infrared Camera*



*5DVIZ (5-dimensionale Visualisierung)
5DVIZ (5-Dimensional Visualization)*

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

Engineering & Prototyping

Publikationen im Geschäftsjahr

**Publications in the
Business Year**

Im Folgenden sind die für den Berichtszeitraum relevanten Publikationen zusammengestellt, die unter Mitarbeit von AC²T-Angehörigen und/oder mit finanzieller Unterstützung von AC²T entstanden sind.

Namen von AC²T-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 AC²T team members and/or (co-)financed by AC²T.

Names of employees of AC²T at the time of elaboration of a publication are highlighted in **bold**.

Begutachtete Publikationen**Reviewed Publications**

Mano S., Csernatonyi Z., Tiba Z., Husi G., Jonas Z., **Varadi T.**: Critical analysis of in vitro stability testing of spinal implants and proposal for standardization, *Expert Review of Medical Devices*, Vol 19, Is 3, Taylor and Francis Online, ISSN 1743-4440, DOI 10.1080/17434440.2022.2054331, 2022

Trausmuth A., Grün F., Stoschka M.: Optimization of disc geometry and hardness distribution for better transferability of fatigue life prediction from disc to FZG test, *Wear*, Vol 498-499, 204329, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2022.204329, 2022

Ramopoulou L., Widder L., Brenner J., Ristic A., Allmaier G.: AP-MALDI mass spectrometry of engine oil additive components, *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, Vol 36, Is 9, e9271, John Wiley & Sons Ltd., ISSN 0951-4198, DOI 10.1002/rcm.9271, 2022

Prost J., Boidi G., Varga M., Vorlaufer G., Eder S.J.: Lifetime assessment of porous journal bearings using joint time-frequency analysis of real-time sensor data, *Tribol. Int.*, Vol 169, 107488, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2022.107488, 2022

Agocs A., Besser C., Brenner J., Budnyk S., Frauscher M., Dörr N.: Engine oils in the field – A comprehensive tribological assessment of engine oil degradation in a passenger car, *Tribol. Lett.*, Vol 70, Art-Nr. 28, Springer Verlag, ISSN 1023-8883, DOI 10.1007/s11249-022-01566-7, 2022

da Cruz M.G.A., Rodrigues B., **Ristic A., Budnyk S.**, Das S., Slabon A.: On the product selectivity in the electrochemical reductive cleavage of lignin model compounds, *Green Chemistry Letters and Reviews*, Vol 15, Is 1, p 151-159, Taylor and Francis Online, ISSN 1751-8253, DOI 10.1080/17518253.2022.2025462, 2022

Glechner T., **Tomastik C., Badisch E.**, Polcik P., Riedl H.: Influence of WC/C target composition and bias potential on the structure-mechanical properties of non-reactively sputtered WC coatings, *Surf. Coat. Technol.*, Vol 432, 128036, Elsevier B.V., ISSN 0257-8972, DOI 10.1016/j.surfcoat.2021.128036, 2021

Kretschmer A., Wojcik T., Schuster R., Yalamanchili K., Rudigier H., Mayrhofer P.H.: Tuning of structure, grain orientation and mechanical properties in reactively sputtered (Al,Mo,Ta,V,W)N, *Mater. Des.*, Vol 213, 110346, Elsevier Ltd., ISSN 0261-3069, DOI 10.1016/j.matdes.2021.110346, 2021

Trausmuth A., Raghuram H., Badisch E., Kronberger M., Rodriguez Ripoll M.: Tribocorrosion performance of Fe-base and Ni-base wear resistant coatings in CO₂ anoxic environments, *Corrosion Sci.*, Vol 196, 110035, Elsevier B.V., ISSN 0010-938X, DOI 10.1016/j.corsci.2021.110035, 2021

Hözl K., Fürsatz M., **Gocerler H.**, Schädli A., Zignion-Brac S., Markovic M., Gahleitner C., VanHoorick J., VanVlierberghe S., Kleiner A., Baudis S., **Pauschitz A.**, Redl H., Ovslanikov A., Nürnberger S.: Gelatin methacryloyl (GelMA) as environment for chondrocytes and cell delivery to superficial cartilage defects, *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, John Wiley & Sons Ltd., ISSN 1932-7005, 2021

Nagy A.L., **Agocs A., Ronai B.**, Raffai P., Rohde-Brandenburger J., **Besser C., Dörr N.**: Rapid fleet condition analysis through correlating basic vehicle tracking data with engine oil FT-IR spectra, *Lubricants*, Vol 9, p 114, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants9120114, 2021

Gocerler H., Medina S., **Adler M., Brenner J.**, Tadler A., Nagl M., Hohenadl C.: A simple cornea model for the tribological performance assessment of the lubricating eye drops, *Ind. Lubr. Tribol.*, Vol 73 Is 10, p 1294-1301, Emerald Publishing Limited, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-08-2021-0296, 2021

Narkov S., **Toulopoulos I.**: Convergence estimates of finite elements for a class of quasilinear elliptic problems, *Computers & Mathematics with Applications*, Vol 104, p 87-112, Elsevier B.V., ISSN 0898-1221, DOI 10.1016/j.camwa.2021.11.006, 2021

Kretschmer A., Holec D., Yalamanchili K., Rudigier H., Hans M., Schneider J.M., Mayrhofer P.H.: Strain-stabilized Al-containing high-entropy sublattice nitrides, *Acta Materialia*, Vol 224, 117483, Elsevier B.V., ISSN 1359-6454, DOI 10.1016/j.actamat./2021.117483, 2021

Torres H., Jovicevic-Klug M., **Rodriguez Ripoll M.**, Podgornik B.: Compatibility of graphite, hBN and graphene with self-lubricating coatings and tool steel for high temperature aluminium forming, *Wear*, Vol 490-491, 204187, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.wear.2021.204187, ISSN 0043-1648, 2021

Rojacz H., Katsich C., Kirchgäßner M., Kirchmayer R., **Badisch E.**: Impact-abrasive wear of martensitic steels and complex iron-based hardfacing alloys, *Wear*, Vol 492-493, 204183, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2021.204183, 2021

Boidi G., Grützmaier P.G., **Varga M.**, Rodrigues da Silva M., Gachot C., Dini D., Profito F., Machado I.F.: Tribological performance of random sinter pores vs. deterministic laser surface textures: An experimental and machine learning approach, *IntechOpen*, DOI 10.5772/intechopen.100245, 2021

Srbulovic M., Gkagkas K., Gachot C., **Vernes A.**: Statistics of sliding on periodic and atomically flat surfaces, *Frontiers in Mech. Eng.*, Vol 7, 742684, Frontiers, ISSN 1662-4548, DOI 10.3389/fmech.2021.742684, 2021

- Ronai B., Franz R., Novotny-Farkas F., Frauscher M.:** A novel method for the evaluation of the contamination dispersing ability of lubricants (CONTA-DISP), T & S Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 3-4/2021 68. Jahrgang, p 22-28, expert Verlag, ISSN 0724-3472, DOI 10.24053/TuS-2021-0016, 2021
- Prost J., Boidi G., Lebersorger T., Varga M., Vorlauffer G.:** Comprehensive review of tribometer dynamics-Cycle-based data analysis and visualization, Friction, Springer Int., ISSN 2223770, DOI 10.1007/s40544-021-0534-0, 2021
- Scheichl B., Bowles R. I., Pasias G.: Developed liquid film passing a smoothed and wedge-shaped trailing edge: small-scale analysis and the 'teapot effect' at large Reynolds numbers, J. Fluid Mech., Vol 2926, A25, Cambridge University Press, ISSN 0022-1120, DOI 10.1017/jfm.2021.612., 2021
- Trausmuth A., Grün F.:** Novel S-N curve for different hardened layers in point and line contact, Int. J. of Fatigue, Vol 153, 106439, Elsevier B.V., ISSN 0142-1123, DOI 10.1016/j.ijfatigue.2021.106439, 2021
- Molnar W., Pejakovic V., Nevesad A., Varga M., Adam K., Deschka S., Badisch E.:** Friction and wear characterisation of the tribosystem scraper versus rubber in conveyor systems, Journal of Testing and Evaluation, Vol 50, Is 1, p 454-464, ASTM Int., ISSN 0090-3973, DOI 10.1520/JTE20210055, 2021
- Konegger T., Gierl-Mayer C., Sikora A., **Rojacz H.**, Fafilek G., Danninger H.: Powder metallurgy manufacturing of iron aluminides with different aluminium contents and magnesium addition by reactive hot pressing, Powder Metall. Prog., Vol. 20 Is1, p 41-55, Institute of Materials Research of Slovak Academy of Sciences, DOI 10.2478/pmp-2020-0005, 2021
- Schirru M., Grundtner R., Freisinger M., Varga M.:** Measurement of unwanted powder build-ups in manufacturing using high frequency ultrasonic bursts and standing waves reflectance method, Sens. Actuators A., Vol 331, 112996, Elsevier B.V., ISSN 0924-4247, DOI 10.1016/j.sna.2021.112996, 2021
- Blutmager A., **Varga M., Cihak-Bayr U., Friesenbichler W., Mayrhofer P.H.:** Wear in hard metal check valves: In-situ surface modification through tribolayer formation in dry contact, Vacuum, Vol 192, 110482, Elsevier B.V., ISSN 0042-207X, DOI 10.1016/j.vacuum.2021.110482, 2021
- Nevosad A., Molnar W., Schwarz S.:** Effect of chromium content in the steel substrate on the coating formation and tribological properties of manganese phosphate coatings, Materials Engineering and Performance, Vol 30 Is 11, p 8057-8064, Springer, ISSN 1059-9495, DOI 10.1007/s11665-021-05994-9, 2021
- Voyer J., Klien S., Ausserer F., Velkavrh I., Schachtschneider P., Süß M.: Time and costs optimized performance evaluation tests of alternative shaft-bushing concepts, Solid State Phenom., Vol 320, p 103-110, Trans Tech Pub., ISSN 1662-9779, DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.320.103, 2021
- Pandiyan V., **Prost J., Vorlauffer G., Varga M., Wasmer K.:** Identification of abnormal tribological regimes using a microphone and semi-supervised machine-learning algorithm, Friction, Springer Int., ISSN 2223770, DOI 10.1007/s40544-021-0518-0, 2021
- Kargaran S., Jüttler B., Takacs T.: IGA using offset-based overlapping domain parameterizations, Computer-Aided Design, Vol 139, 103087, Elsevier B.V., ISSN 0010-4485, DOI 10.1016/j.cad.2021.103087, 2021
- Eder S.J., Grützmacher P.G., Spenger T., Heckes A., Rojacz H., Nevesad A., Haas F.:** Experimentally validated atomistic simulation of the effect of relevant grinding parameters on work piece topography, internal stresses, and microstructure, Friction, p 1-22, Springer Int., ISSN 2223770, DOI 10.1007/s40544-021-0523-3, 2021
- Nagy A.L., Röhde-Brandenburger J., Zsoldos I.: Artificial aging experiments of neat and contaminated engine oil samples, Lubricants, Vol 9 Is 6, 63, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants9060063, 2021
- Sabet A. S., Domitner J., Öksüz K. H., Hodzic E., **Torres H., Rodriguez Ripoll M., Sommitsch C.:** Tribological investigations on aluminum alloys for the simulation of deep drawing processes, J Manufacturing Processes (JMP), Vol 68, Part A, p 546-557, Elsevier B.V., online ISSN 1526-6125, DOI 10.1016/j.jmapro.2021.05.050, 2021
- Lungevics J., Jansons E., Boiko I., Velkavrh I., Voyer J., Wright T.: A holistic approach towards surface topography analyses for ice tribology applications, Frontiers in Mech. Eng., Vol 7, 691485, Frontiers, ISSN 1662-4548, DOI 10.3389/fmech.2021.691485, 2021
- Machado I.F., **Boidi G., Fukumasu N.K., Tertuliano A.J.O., Seriacopi V., Souza R.M.:** Effect of sintering densification on micro-scale mechanical and tribological behaviour of niobium carbide, Wear, Vol 482-483, 203958, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2021.203958, 2021
- Bohr T., Scheichl B.: Surface tension and energy conservation in a moving fluid, Phys. Rev. Fluids, Vol 6, L052001, American Physical Society, ISSN 2469-990X, DOI 10.1103/PhysRevFluids.6.L052001, 2021
- Pejakovic V., Berger L.M., Thiele S., Rojacz H., Rodriguez Ripoll M.:** Fine grained titanium carbonitride reinforcements for laser deposition processes of 316L boost tribocorrosion resistance in marine environments, Mater. Des., Vol 207, 109847, Elsevier Ltd., ISSN 0261-3069, 2021
- Jakab B., Panaitescu I., Gamsjäger N.:** The action of fillers in the enhancement of the tribological performance of epoxy composite coatings, Polymer Test., Vol 100, 107243, Elsevier Ltd., ISSN 0142-9418, DOI 10.1016/j.polymertesting.2021.107243, 2021
- Toulopoulos I.:** A model and numerical investigation for rolling metal process using continuous finite element discretizations, Intern. Journal of Computer Mathematics, Taylor and Francis Online, ISSN 0020-7160, DOI 10.1080/00207160.2021.1928651, 2021
- Eder S.J., Grützmacher P.G., Rodriguez Ripoll M., Belak J.:** Elucidating the onset of plasticity in sliding contacts using differential EBSD tomography, Tribol. Lett., Vol 69 no. 3, p 79, Springer Verlag, ISSN 1023-8883, DOI 10.1007/s11249-021-01451-9, 2021
- Rojacz H., Premauer M., Nevesad A.:** Conductive and edge retaining embedding compounds: Influence of graphite content in compounds on specimens SEM and EBSD performance, Practical Metallography, Vol 56 Is5, p 236-263, Carl Hanser Verlag, ISSN 0032-678X, DOI 10.1515/pm-2021-0018, 2021

Panaïtescu I., Rodriguez Ripoll M., Katsich C., Hubmann R., Badisch E.: Sliding functionality for 3D printed lightweight components, BHM, Vol 166 Is 5, p 250-255, Springer-Verlag GmbH, ISSN 0005-8912, DOI 10.1007/s00501-021-01112-3, 2021

Agocs A., Nagy A.L., Tabakov Z., Perger J., Rohde-Brandenburger J., **Schandl M., Besser C., Dörr N.:** Comprehensive assessment of oil degradation patterns in petrol and diesel engines observed in a field test with passenger cars – Conventional oil analysis and fuel dilution, Tribol. Int., Vol 161, 107079, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2021.107079, 2021

da Cruz M.G.A., Budnyak T., Rodrigues B., **Budnyk S., Slabon A.:** Biocoatings and additives as promising candidates for ultralow friction systems, Green Chemistry Letters and Reviews, Vol 14 Is. 2, p 356-379, Taylor and Francis Online, ISSN 1751-8253, DOI 10.1080/17518253.2021.1921286, 2021

Prost J., Cihak-Bayr U., Neacsu A., Grundtner R., Pirker F., Vorlauffer G.: Semi-supervised classification of the state of operation in self-lubricating journal bearings using a Random Forest classifier, Lubricants, Vol 9, Is 5, 50, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants9050050, 2021

Varga M., Rojacz H., Widder L., Antonov M.: High temperature erosion-corrosion of wear protection materials, J. of Bio- und Tribocorrosion, Vol 7, p 87, Springer, ISSN 2198-4220, DOI 10.1007/s40735-021-00504-9, 2021

Hsu C.-J., Stratmann A., Medina S., Jacobs G., Mücklich F., Gachot C.: Does laser surface texturing really have a negative impact on the fatigue lifetime of mechanical components?, Friction, Springer Int., DOI 10.1007/s40544-021-0508-2, ISSN 2223-7690, 2021

Kretschmer A., Kimbauer A., Moraes V., Primetzhofer D., Yalamanchili K., Rudigier H., Mayrhofer P.H.: Improving phase stability, hardness, and oxidation resistance of reactively magnetron sputtered (Al,Cr,Nb,Ta,Ti)N thin films by Si-alloying, Surf. Coat. Technol., Vol 416, 127162, Elsevier B.V., ISSN 0257-8972, DOI 10.1016/j.surfcoat.2021.127162, 2021

Velkavrh I., Voyer J., Kafexhiu F., Podgornik B.: Creep rate, friction, and wear of two heat-affected zone regions of 9–12 wt.% Cr steels, metals, Vol 11 Is 4, p 558, MDPI AG, ISSN 2075-4701, DOI 10.3390/met11040558, 2021

Bauer C., **Gocerler H.,** Niculescu-Morzsa E., Jeyakumar V., Stotter C., Klestil T., **Franek F.,** Nehrer S.: Biotribological Tests of Osteochondral Grafts after Treatment with Pro-Inflammatory Cytokines, Cartilage, Vol 1-13, Sage Journals, ISSN 1947-6035, DOI 10.1177/1947603521994900, 2021

Buchbeiträge

Book contributions

Rodriguez Ripoll M., Torres H.: Tribocorrosion of hard coatings and thin films, p 127-171, ISBN 978-0-12-818916-0, 2021

Konferenzbeiträge mit begutachteter Publikation

Conference papers with reviewed publication

Varga M., Berger L.M., Thiele S., Matikainen V., Janka L., Vuoristo P., Hamouda H.B., **Rodriguez Ripoll M.:** High temperature sliding of TiC based hardmetal coatings against TWIP steel, J. Therm. Spray Technol., itsc2021p0278, 278-282, Springer, ISSN 1059-9630, DOI 10.31399/asm.cp.itsc2021p0278, 2021

Velkavrh I., Voyer J., Wright T., Lungevics J., Jansons E., Boiko I.: Variations of ice friction regimes in relation to surface topography and applied operating parameters, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., Vol 1140, Is 1, 012033, IOP Publishing Ltd., ISSN 1757-899X, DOI 10.1088/1757-899X/1140/1/012033, 2021

Widder L., Rojacz H., Buscher M., **Varga M.:** High-temperature abrasion resistance and wear mechanisms of chilled high-chromium cast irons, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., Vol 1140, Is 1, 012027, IOP Publishing Ltd., ISSN 1757-899X, DOI 10.1088/1757-899X/1140/1/012027, 2021

Konferenzbeiträge

Conference Papers

Sabet A. S., Domitner J., Hodzic E., Öksüt K.I., Rodriguez Ripoll M., Summitsch C., Juricek C.: Improving deep drawing simulations based on tribological investigations, Colloquium of Metal Forming 2022, Zauchensee (AT), 2022

Zellhofer M., Jech M., Mayrhofer P.H., **Badisch E.:** Continuous wear measurements of diamond-like carbon (DLC) coatings based on radioactive isotopes, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Agocs A., Besser C., Frauscher M., Dörr N.: Oil nitration in a large-scale device for artificial alteration, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Schneidhofer C., Schandl M., Dörr N., Macheiner T., Fritzer L.: Benchmarking of greases regarding mechanical stability by use of a grease worker, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Frauscher M., Agocs A., Wopelka T., Ristic A., Holub F., Payer W.: Enhanced engine lifetime by use of premium fuel, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Winkler K.J., Tobie T., Michaelis K., Stahl K.: Scientific evaluation of investigations on the load carrying capacity of carbide cylindrical gears lubricated with water, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Delic I., Adler M., Adam K., Bardin F.: Effect of water absorption in bearing greases on wear and corrosion, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Schneider A., **Brenner J.,** Zak F.: Accelerated compatibility test of sealing material - lubricant in a dynamic stress collective, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

Pirker F.: Tribology in the age of Digitalization and Green Deal - Building digital services!, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022

- Kröll M., **Grundtner R.**, **Newrkla K.**, Spaltmann D., Pagano F., Pinedo B., Nyberg E., Söderfall M., Heino V., Ronkainen H.: Trusted tribological materials characterization services, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022
- Dykeman D., Onrubia S., Acharya S., **Cihak-Bayr U.**, **Herr M.**, **Pirker F.**, Spaltmann D., Kröll M.: Digitalization of tribological systems for decision-making, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022
- Cihak-Bayr U.**, **Herr M.**, **Pirker F.**: Upscaling materials performance, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022
- Soivio K., Rantala T.: Novel journal bearing materials for wind turbine gearboxes, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022
- Gkagkas K., **Pirker F.**, **Vernes A.**: Friction control by surface texturing in internal combustion engines, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022
- Rudnytskyj A.**, **Jech M.**, Leimhofer J., **Krenn S.**, **Vorlauffer G.**, **Varga M.**, Gachot C.: Contact and lubrication aspects on predicting the contact area in lubricated hot rolling, proceedings, TAE 2022, Ostfildern (DE), 2022
- Pirker F.**: Tribology in the age of digitalization and green deal – Tribology as a Service, program, ITRS 2021, online, 2021
- Bohr T., Scheichl B.: Surface tension and energy conservation in a moving fluid (now we know), APS-DFD 2021, Phoenix (US), 2021
- Posselt D.**, Haberdar E., **Adler M.**: Reliable compressor lubrication through extended oil specification for oil and gas industry, book of synopsis, OilDoc 2021 Online, Rosenheim (DE), 2021
- Frauscher M.**, **Schneidhofer C.**, **Trausmuth A.**, **Adler M.**, **Dörr N.**, Maier R: Condition based maintenance in oil pump gears – Improved lubrication with nanoparticle additives, book of synopsis, OilDoc 2021 Online, Rosenheim (DE), 2021
- Eder S.J.**: Speed kills, or does it? — The impact of sliding velocity on microstructure evolution and friction, online presentation, Friction 2021, online, 2021
- Rodriguez Ripoll M.**: Giving metals the slip: Design of self-lubricating wear resistant alloys, Friction 2021, online, 2021
- Herr M.**, **Cihak-Bayr U.**, **Pirker F.**: Upscaling Materials Performance, Friction 2021, online, 2021
- Velkavrh I., Voyer J., Wright T., Lungevics J., Jansons E., Boiko I.: Tribologische Untersuchungen bei kalter Umgebung und Winter-sportanwendungen: Einfluss der Oberflächentopografie auf die Eisreibung in unterschiedlichen Prüfständen, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Voyer J., Velkavrh I., Wright T.: Flächenpressungsabhängiges Reibverhalten von Kunststoff bzw. Composite unter der Variation von Temperatur- bzw. Werkstofffeuchtegehalt, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Jankes E., **Besser C.**, **Agocs A.**, McAleese C., Lovecek L., **Ronai B.**, **Ristic A.**, **Dörr N.**: Engine bearing performance under the influence of engine oils with different degrees of degradation, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Koschatzky K.**, **Katona L.**, **Pirker F.**: Performance elektrischer Schleifringe unter verschiedenen korrosiven Betriebs- und Umweltbedingungen, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Maj M.**, Dornig P., Dinohobl G., **Trausmuth A.**: Erfassung der Verschleißentwicklung im Schienennetz am Beispiel Weichen, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Schirru M.**, **Tatzgern F.**, **Varga M.**: Online tribomonitoring with advanced ultrasonic sensors – a review, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Eder R.M.**, **Frauscher M.**: Set-up of a rheometer method to investigate the potential of bio-based lubes, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Pirker F.**: Tribology in the age of digitalization and green deal, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Pandiyan V., **Prost J.**, **Vorlauffer G.**, Wasmer K.: Failure prediction in journal bearings using AI, Proceedings online, ÖTG 2021, Wr. Neustadt, online, 2021
- Rodriguez Ripoll M.**: Design of self-lubricating metallic alloys for operating in extreme environments, online presentation, HighmatTech 2021, Kyiv (UA), online, 2021
- Herr M.**, **Varga M.**, Mermagen J., Rodinger S.: Ceramic-rubber hybrid materials – A way to sustain abrasive heavy impact applications, Papers online, LS-DYNA conference 2021, Ulm (DE), online, 2021
- Kröll M., **Grundtner R.**, Pagano F., Nyberg E., Heino V., Spaltmann D., Gradt T.: Auswirkungen von angeglichenen Prozeduren auf tribologische Versuche, Abstract Programmheft, GfT 2021 Online-Tagung, online, Göttingen (DE), 2021
- Tatzgern F.**, **Schirru M.**, **Varga M.**: In-situ Messung von Schmierfilmeigenschaftenänderungen im tribologischen Versuch, Abstract Programmheft, Manuskript online, GfT 2021 Online-Tagung, online, Göttingen (DE), 2021
- Rodriguez Ripoll M.**, **Varadi T.**, **Simlinger B.**, **Pejakovic V.**, Bauer C., **Franek F.**, Berger L.M., Nehrer S.: Tribocorrosion in vitro experiments for investigating metal release and the formation of organometallic compounds in metals sliding against cartilage, abstracts online, Eurocorr 2021 ONLINE, Wr. Neustadt, online, 2021
- Jankes E., **Besser C.**, **Agocs A.**, McAleese C., Lovecek L., **Ronai B.**, **Ristic A.**, **Dörr N.**: The influence of engine oil degradation on engine bearing performance, proceedings, KOKA 2021, Prag (CZ), 2021
- Nevasad A.**, **Rojacz H.**: Tribological and nanoscopic investigation of manganese phosphate conversion coatings, online presentation, ISNR 2021, Leoben (AT), 2021

Herr M., Cihak-Bayr U., Pirker F.: Approach to model friction and wear behaviour of polymers, online presentation, EUROMAT 2021, Graz (AT), online, 2021

Scheichl B., Bowles R. I., Pasiadis G.: An expansive singularity in a just detached developed liquid layer and the teapot effect, book of abstracts, ICTAM 2020+1 virtual, Milano (IT), online, 2021

Ronai B., Vorlaufer G., Dörr N., Varmuza K., Allmaier G.: Evaluation of chemical and tribometrical data of engine oils by multivariate statistics, book of abstracts - online, 4th Young Tribological Researcher Symposium, online, 2021

Prost J., Boidi G., Lebersorger T., Varga M., Vorlaufer G.: Study of dynamic effects on a pin-on-disc tribometer, book of abstracts online, 4th Young Tribological Researcher Symposium, online, 2021

Tatzgern F., Schirru M., Varga M.: Advancements in tribo-acoustics measurements in rolling element bearings, book of abstracts - online, 4th Young Tribological Researcher Symposium, online, 2021

Kretschmer A., Kimbauer A., Moraes V., Primetzhofer D., Yalamanchili K., Rudigier H., Mayrhofer P.H.: Improving phase stability, hardness and oxidation resistance of reactive magnetron sputtered (Al,Cr,Nb,Ta,Ti)N thin films by Si-alloying, presentation online, Thermec 2021, Wien (AT), online, 2021

Varga M., Berger L.M., Thiele S., Matikainen V., Janka L., Vuoristo P., Rodriguez Ripoll M.: High temperature sliding of TiC based hardmetal coatings against TWIP steel, presentation, proceedings online, ITSC 2021, online, Quebec City (CA), 2021

Dörr N., Agocs A., Budnyk S., Ristic A., Frauscher M.: Correlation of engine oil degradation in large scale alteration device and engine test rig, online presentation, STLE 2021, New Orleans. LA (US), online, 2021

Dörr N., Budnyk S., Frauscher M.: Three-dimensional characterization of ZDDP tribofilms, online presentation, STLE 2021, New Orleans. LA (US), online, 2021

Dörr N., Kolbas D., Schneider A., Budnyk S., Novotny-Farkas F., Elagina O.: Tribological performance of used and artificially altered hydraulic oils, online presentation, STLE 2021, New Orleans. LA (US), online, 2021

Mohammadtabar K., **Eder S.J., Dörr N., Martini A.:** Shear-driven dissociation of organosulfur compounds on iron, STLE 2021, New Orleans. LA (US), online, 2021

Rodriguez Ripoll M., Simlinger B., Bauer C., Stotter C., Klestil T., Nehrer S., Franek F.: Impact of metal release on chondrocytes due to biotribocorrosion in CoCrMo sliding against articular cartilage, online presentation, STLE 2021, New Orleans (US), online, 2021

Rodriguez Ripoll M., Kohlhauser B., Spiller S., Vladu C.: In-Situ Reactive Formation of MoS Tribofilms: Interaction with ZDDP and Dispersants, online presentation, STLE 2021, New Orleans (US), online, 2021

Panaïtescu I., Rodriguez Ripoll M., Katsich C., Hubmann R., Badisch E.: When 3D printing meets tribological demands - surface functionalization technologies as added value of existing and new emerging products, presentation online, Thermec 2021, Wien (AT), online, 2021

Eder S.J., Cihak-Bayr U., Spenger T., Heckes H., Haas F.: Large-scale molecular dynamics simulations as a tool to optimize an RPM-synchronous grinding process (synchro-finish), presentation online, Thermec 2021, Wien (AT), online, 2021

Torres H., Prakash B., Rodriguez Ripoll M.: Ni-based self-lubricating laser claddings for hot forming and high temperature vacuum applications, online presentation, 47th ICMCTF 2021, online, 2021

Eder S.J., Rodriguez Ripoll M., Cihak-Bayr U., Dini D., Gachot C.: Computer simulations of FCC alloys subjected to dry sliding as basis for a near-surface deformation mechanism map, online presentation, 47th ICMCTF 2021, online, 2021

Kretschmer A., Yalamanchili K., Rudigier H., Mayrhofer P.H.: Improving phase stability, hardness and oxidation resistance of reactive magnetron sputtered (Al,Cr,Nb,Ta,Ti)N thin films by Si-alloying, online presentation, 47th ICMCTF 2021, online, San Diego (US), 2021

Varga M., Herr M., Widder L., de Campos L.A., Rodriguez Ripoll M.: Ceramic-rubber hybrid materials – a knowledge-based design concept, WOM 2021, 2021

Varga M., Leroch S., Gross T., Grillenberger M., Rodriguez Ripoll M.: Scratch damage of aluminum surfaces – Assessment of damage mechanisms on different scales, WOM 2021, online, 2021

Velkavrh I., Voyer J., Wright T., Jansons E., Boiko I., Lungevics J.: Variations of ice friction regimes in relation to surface topography and applied operating parameters, program, Baltmattrib 2021, online, 2021

Widder L., Rojacz H., Buscher M., Varga M.: High-temperature abrasion resistance and wear mechanisms of chilled cast irons, program, presentations online, Baltmattrib 2021, online, 2021

Öffentlichkeitsarbeit

Public Awareness

Tatzgern F., Schirru M., Varga M.: Next sensor generation towards Green Energy: Introducing the tribo-acoustic pin, Sieger tecnet / accent Innovation Award 2021/2022 - Poster, ecoPlus, Wr. Neustadt (AT), 2022

Badisch E., Pirker F.: Immer wieder eine Herausforderung: Reibungsoptimierung für technische Anwendungen, Factory, WEKA-Verlag, Wien (AT), 2021

Badisch E., Pirker F.: Auf dem Weg zum 4D-Bauteil - Technopol Wr. Neustadt, Chemiereport, Chemiereport, 2021

Amt der NÖ. Landesregierung: AC2T research GmbH - Österreichisches Exzellenzzentrum für Tribologie, Niederösterreichischer Wissenschaftsbericht2020, 2021

Badisch E.: Mitteilungen der ÖTG: Digital Impuls Award für das Projekt i-TRIBOMAT - 3. Platz in der Kategorie Innovation, expert Verlag, 2021

Tatzgern F., Schirru M., Varga M., Gröschl M.: Ultrasonic film thickness and viscosity measurements in lubricated contacts, GfT 2021 Online-Tagung, GfT-Förderpreis Masterarbeit, expert Verlag, 2021

Badisch E.: Mitteilungen der ÖTG; Ankündigung ÖTG-Symposium 2021, expert Verlag, 2021

Badisch E.: Mitteilungen der ÖTG: riz up GENIUS Ideen- und Gründerpreis 2020 - 3. Platz in der Kategorie Geniale Forschung und Entwicklung, expert Verlag, 2021

Rotter A.: Immer schön Wasser ins Getriebe, Die Wirtschaft, Österreichischer Wirtschaftsverlag, Wien (AT), 2021

Kotrba D.: Wie Reibung und Klimawandel zusammenhängen, Kurier online + print, Kurier, 2021

Die Presse: Verleihung des Digital Impuls Awards 2021 in Wien, <https://www.bitmedia.at/verleihung-des-digital-impuls-awards-2021/>, Die Presse, 2021

Die Presse: Verleihung Digital Impuls Award, Die Gewinner des Digital Impuls Awards vor der Kamera | DiePresse.com, 2021

Drei.at: Verleihung Digital Impuls Award, <https://www.youtube.com/watch?v=SHOovgH3K7Q>, Drei.at, 2021

Drei.at: Verleihung Digital Impuls Award, <https://www.drei.at/de/business/digitale-loesungen/drei-digitalimpuls/digitalisierung-impulse/#award>, Drei.at, 2021

Börse Express: Verleihung Digital Impuls Award, <https://www.boerse-express.com/news/articles/digitalimpuls-awards-2021-fuer-rosenbauer-international-und-pwc-oesterreich-333906>, Börse Express, 2021

Internetworld: Verleihung Digital Impuls Award, <https://www.internetworld.at/online-marketing/digitale-transformation/sieger-kategorien-innovation-transformation-stehen-fest-2670897.html>, Internetworld, 2021

Leadersnet: Verleihung Digital Impuls Award, <https://www.leadersnet.at/news/51032,diese-unternehmen-sind-die-pioniere-der-digitalisierung.html>, Leadersnet, 2021

Wirtschaftszeit: Verleihung Digital Impuls Award, <https://wien.wirtschaftszeit.at/events-detail/article/digital-impuls-award-2021-fuer-innovative-und-richtungsweisende-digitale-projekte>, Wirtschaftszeit, 2021

APA OTS: Verleihung Digital Impuls Award, https://www.ots.at/a/OBS_20210610_OBS0033, APA OTS, 2021

Schneidhofer C.: Mitteilungen der ÖTG - Kundenspezifische Lösungen zur Anlagenüberwachung, expert Verlag, 2021

N. N.: „Digitaler Schmierstoff“ steigert Effizienz & Zuverlässigkeit, New Business - Niederösterreich, 2021

Dissertationen (abgeschlossen)

PhD Theses (finished)

Denning L.: CI combustion process optimization with engine measures and alternative fuels in warm and in cold operation, Dissertation, Graz (AT), 2022

Nagy A.L.: Oil degradation and engine wear due to alternative fuels, Dissertation, Győr (HU), 2022

Hsu C.-J.: Surface protection by ZDDP antiwear tribofilm promoted by laser surface texturing under boundary lubrication, Dissertation, Wien (AT), 2022

Jansons E.: Regularities of friction pair steel – ice sliding properties depending on ambient conditions, Dissertation, Riga (LT), 2022

Walch S.: Implementierung einer neuen Methodenkombination zur kontinuierlichen Verschleißmessung an Fahrzeugantriebssystemen, Dissertation, Graz (AT), 2022

Khajeh A.: Investigating tribochemical reactions using reactive molecular dynamics simulations, Dissertation, Merced (US), 2021

Liu L.: Ti-B based composites by spark plasma sintering and selective laser melting, Dissertation, Tallinn (EE), 2021

Kretschmer A.: Computationally guided optimization of high-entropy sublattice ceramic thin films, Dissertation, Wien (AT), 2021

Schrenk M.: Tribologische Charakterisierung und Optimierung des Presshärtens, Dissertation, Wien (AT), 2021

Skela B.: Correlation of the mechanical properties and wear behaviour with the microstructural characteristics of tool steels, Dissertation, Ljubljana (SI), 2021

Lüchinger M.: Process-optimized manufacturing of tailored drawn tubes, Dissertation, Dortmund (DE), 2021

Dissertationen (in Arbeit)

PhD Theses (in progress)

Tatzgern F.: Arbeitstitel: Prediction of the lifetime of tribosystem components in field applications via an ultrasonic reflectance sensing technique, Dissertation, Wien (AT)

Wagner L.: Arbeitstitel: Auswirkung der Geometrie auf Strömungsphänomene und Bewegungsstabilität bei hohen Geschwindigkeiten, Dissertation, Wien (AT)

Eder R.M.: Arbeitstitel: Preserving cartilage integrity after hemiarthroplasty via functionalized additive manufactured partial implants, Dissertation, Krems (AT)

Pope F.: Arbeitstitel: Carbon free-fuels, Dissertation, Amsterdam (NL)

Onwumere J.: Arbeitstitel: Lignin-based functional materials, Dissertation, Stockholm (SE)

Pfeiffer P.: Arbeitstitel: Feature Detection in Multidimensional Datasets of Lubricated Contacts, Dissertation, Wien (AT)

Pichler J.: Arbeitstitel: Design guidelines for efficient sustainable tribosystems, Dissertation, Wien (AT)

Zellhofer M.: Arbeitstitel: Untersuchung von delaminierenden und milden, nanoskopischen Verschleißvorgängen bei DLC Verschleißschutzschichten, Dissertation, Wien (AT), Linz (AT)

Dubek K.: Arbeitstitel: Lab-to-field environment for sensor development, Dissertation, Wien (AT)

Grundtner R.: Arbeitstitel: Hardware in the Loop in experimental tribology, Dissertation, Wien (AT)

Santeramo M.: Arbeitstitel: Modelling viscoelastic tribological contacts, Dissertation, Bari (IT)

Peretti G.: Arbeitstitel: Triboacoustic sensors, Dissertation, Lyon (FR)

Vernon-Stroud E.: Arbeitstitel: Hydrogen generation in lubricated tribo-contacts, Dissertation, Leeds (GB)

Herr M.: Arbeitstitel: Material models for polymers applicable for numerical and experimental simulation techniques on different length scales, Dissertation, Wien (AT)

Piatek J.: Arbeitstitel: Sustainable approach for synthesis of functional materials, Dissertation, Stockholm (SE)

Srbulovic M.: Arbeitstitel: Superlubricity, Dissertation, Wien (AT)

Freisinger M.: Arbeitstitel: Crack initiation and growth in presence of white etching layer, Dissertation, Wien (AT)

Glock A.-C.: Arbeitstitel: Change Point Detection in time series of wear measurements, Dissertation, Linz (AT)

Sabet A. S.: Arbeitstitel: Development of friction models for the simulation of aluminum forming, Dissertation, Graz (AT)

Lungevics J.: Arbeitstitel: Anisotropic surface texture sliding on ice under different testing conditions, Dissertation, Riga (LT)

Pichler V.: Arbeitstitel: Production of high-specific activity radiometals for tracer technology, Dissertation, Wien (AT)

Rudnytskyj A.: Arbeitstitel: Development of a friction model for hot rolling of aluminium, Dissertation, Wien (AT)

Hamouda K.: Arbeitstitel: Effect of material properties and surface roughness on the real contact area, Dissertation, Ljubljana (SI)

Kumar R.: Arbeitstitel: High temperature sliding wear of self lubricating ceramic composites, Dissertation, Tallinn (EE)

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

Kronberger M.: Arbeitstitel: Corrosion behaviour in tribocontacts of metal pairings lubricated by ionic liquids, Dissertation, Wien (AT)

Havlicek G.: Arbeitstitel: Laufverhalten von Kranlaufrädern, Dissertation, Wien (AT)

Siddiqui M.S.N.: Arbeitstitel: Thermal analysis of polymer containing tribological contacts, Dissertation, Ljubljana (SI)

Matkovic S.: Arbeitstitel: Effect of tribological properties on tooth root fatigue failure of polymer gears, Dissertation, Ljubljana (SI),

Patocka F.: Arbeitstitel: Lubricant condition monitoring - sensor system with MEMS resonator, Dissertation, Wien (AT)

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

Mohammadtabar K.: Arbeitstitel: Reactive Molecular Dynamics Simulations, Dissertation, Merced (US)

Diplom-/Masterarbeiten (abgeschlossen)**Diploma/Master Theses (finished)**

Zechner S.: Untersuchung des Einflusses von Schienenkopfkonditionierungsmittel auf den Reibbeiwert am Rad/Schiene-Teststand der TU Wien - Verifizierung mittels Feldtests, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT), 2022

Treff N.: Evaluation of the tribological performance of a laser textured hard metal guiding stone for honing, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Ronai B.: Statistical evaluation of tribometrical and chemical data for elucidation of structure-surface activity relationships, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Schranz M.: Tribological study of WS₂ and Bi₂S₃ layer in dependence of temperature and deposition technique, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Göschl C.: Onlinemessung der Verschleißspurbreiten am Rad-Schiene Modellteststand, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT), 2021

Tatzgern F.: Ultrasonic film thickness and viscosity measurements in lubricated contacts, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Eder R.M.: Testing sustainable and safe lubricants from plant-feedstocks, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Erlacher G.: Tribological performance of different material pairings of exhaust valve and valve seat under impact-sliding conditions, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT), 2021

Russo M.: Experimental methods for evaluation of contact parameters, Master Thesis, Cagliari, Sardinia (IT), 2021

Diplom-/Masterarbeiten (in Arbeit)**Diploma/Master Theses (in progress)**

Stelzl J.: Arbeitstitel: Tribocorrosion of Mg, Master Thesis, Wien (AT)

lelchici C.: Arbeitstitel: Prerequisites regarding numerical modelling and implementation of a Hardware-in-the-Loop based relay test environment, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Reif J.: Arbeitstitel: Second harmonic generation for analyzing the electrochemical surface, Master Thesis, Linz (AT)

Vattapillil B.: Arbeitstitel: Langzeitstabilität eines Hochlasttribometers, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Abdelaty A.: Arbeitstitel: Numerical model for macroscopic friction of rolling, Master Thesis, Wels (AT)

Frank S.: Arbeitstitel: Numerical and experimental contact analysis - Investigation of the influence of wheel flange lubricants on the coefficient of friction on different test rigs, Master Thesis,

Gigov B.: Arbeitstitel: Modellierung eines Kegelrollenlager-Tribometers, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Frieß J.: Arbeitstitel: Digitaler Zwilling und Cosimulation eines Stift-Scheibe Tribometers, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Russ T.: Arbeitstitel: Realisierung einer schlupfgesteuerten Regelung am 2-Scheiben-Tribometer, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Fischer W.: Arbeitstitel: Mathematical model / FEM simulation of the diffusion process and mechanical wear of a 1D oxide layer growth, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Wutzlhofer D.: Arbeitstitel: Ultrasound control unit, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Zeba L.: Arbeitstitel: Topographiemessungen mit AFM an technisch-rauen Oberflächen, Master Thesis, Linz (AT)

Posselt D.: Arbeitstitel: Stabilität und effektive Lebensdauer von Wälzlagerfetten in Lagern mit erhöhtem Wassereintrag, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Seidl V.: Arbeitstitel: Modellierung der Entstehung und Abtragung von Triboschichten in Reibprozessen, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Kunert S.: Arbeitstitel: Hydrodynamische Zahnradschmierung unter Berücksichtigung von Kavitation, Wärme- und Stofftransport, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Delic I.: Einfluss des Wassergehalts bei Wälzlagerfetten auf das Korrosions- und Verschleißverhalten - Investigation of the effect of water absorption in grease lubricated roller bearings on wear and corrosion, Master Thesis, Wien (AT)

Nigischer P.: Hydrodynamische Zahnradschmierung unter Berücksichtigung von Oberflächenrauigkeiten, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Widder F.: Arbeitstitel: Detektion von Medienübertrag in Schmieröl-kreisläufen mittels Radioisotop-Tracer, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT)

Lipp L.: Arbeitstitel: Qualifizierung und technisch-wirtschaftliche Bewertung von Verschleißschutz im Hartsteinwerk Loja unter abrasiver Beanspruchung, Master Thesis, Wien (AT)

Patentanmeldungen

Patent Applications

Schirru M., Budnyk S.: Highly effective accoustic shielding device for aerosols with regard to breathing and skin protection, PCT/AT2021/060399, Wien (AT), Anmeldenr. PCT/AT2021/060399, 2022

Plöckinger A., Winkler B., Zehetbauer T., **Vorlauffer G., Jech M.:** Tribometrisches Prüfsystem "Stiftaktor", München (DE), Anmeldenr. DE 10 2021 131 525.5, 2021

Schirru M.: Triboacoustic sensor, method for producing same, measuring method and use, Patent veröffentlicht PCT/AT2021/060200, WO2021248172A1, Anmeldenr. WO2021248172A1, 2021

Schutzmarken (seit 2002)

Trade Marks (since 2002)

„i-TRIBOMAT THE EUROPEAN TRIBOLOGY CENTRE“, Rg.-Nr.: 18473299, Österreichisches Patentamt, Wien, (A), 16.09.2021

„AC²T“, Rg.-Nr. 208487, Österreichisches Patentamt, Wien, (A), 18.02.2003, 2003.

Finanzbericht

Financial Report

Bilanz zum 31.03.2022
Balance Sheet as per 31.03.2022

	31.03.2022	31.03.2021
	in € gerundet	in 1000 € gerundet
A K T I V A / A S S E T S		
A. ANLAGEVERMÖGEN / FIXED ASSETS	2.812.330	2.404
I. Immaterielle Vermögensgegenstände / <i>Intangible assets</i>	20.361	19
1. Datenverarbeitungsprogramme / <i>Software</i>	20.361	19
II. Sachanlagen / <i>Tangible assets</i>	2.636.814	2.240
1. Technische Anlagen und Maschinen / <i>Technical equipment and machinery</i>	1.865.076	1.958
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung / <i>Other assets, tools and equipment</i>	38.149	37
3. Geleistete Anzahlungen - Anlagen in Bau / <i>Down payments made, assets under construction</i>	733.589	245
III. Finanzanlagen / <i>Financial assets</i>	155.155	146
1. Anteile an verbundenen Unternehmen / <i>Shares in affiliated companies</i>	49.900	50
2. Wertpapiere des Anlagevermögens / <i>Long-term securities</i>	105.255	96
B. UMLAUFVERMÖGEN / CURRENT ASSETS	4.053.288	4.737
I. Vorräte / <i>Inventories</i>	165.372	166
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe / <i>Operating supplies</i>	109.662	94
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen / <i>Services not yet chargeable</i>	55.710	72
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände / <i>Receivables and other assets</i>	2.826.438	1.614
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade receivables</i>	953.069	553
2. Sonstige Forderungen / <i>Other receivables</i>	1.873.369	1.061
III. Wertpapiere und Anteile / <i>Securities and shares</i>	0	0
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>	1.061.477	2.956
C. AKTIVE RECHNUNGSABRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED CHARGES AND PREPAID EXPENSES	50.818	26
D. AKTIVE LATENTE STEUERN / DEFERRED TAXES	15.619	15
Summe AKTIVA / Total ASSETS	6.932.055	7.182
P A S S I V A / L I A B I L I T I E S		
A. EIGENKAPITAL / CAPITAL AND RESERVES	3.886.478	3.513
I. Nennkapital / <i>Nominal capital</i>	100.000	100
1. Stammeinlage / <i>Share capital</i>	100.000	100
II. Bilanzgewinn / <i>Net profit</i>	3.786.478	3.413
1. Gewinnvortrag / <i>Profit carried forward</i>	3.412.908	3.991
2. Jahresergebnis / <i>Annual result</i>	373.570	-578
B. INVESTITIONSZUSCHÜSSE / INVEST FUNDINGS	3.366	5
C. RÜCKSTELLUNGEN / RESERVES	928.972	723
1. Pensionsrückstellungen / <i>Reserves for pension</i>	107.414	97
2. Sonstige Rückstellungen / <i>Other reserves</i>	821.558	625
D. VERBINDLICHKEITEN / LIABILITIES	2.085.114	2.932
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten / <i>Liabilities to banks</i>	0	0
2. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen / <i>Advanced payment received on orders</i>	690.878	1.700
3. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade accounts payable</i>	897.678	780
4. Sonstige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	496.558	453
a) aus Steuern / <i>For taxes</i>	14.597	12
b) im Rahmen der sozialen Sicherheit / <i>For social security</i>	171.971	152
c) Übrige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	309.990	289
E. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED LIABILITIES	28.125	10
Summe PASSIVA / Total LIABILITIES	6.932.055	7.182

Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2021 - 31.03.2022)
Income Statement (01.04.2021 – 31.03.2022)

	01.04.2021 - 31.03.2022 in € gerundet	01.04.2020 - 31.03.2021 in 1.000 € gerundet
1. Umsatzerlöse / Revenues	14.375.224	10.336
a Erlöse / Sales revenues	12.570.942	11.119
b Erlösaufgrenzung / Accrual of revenues	1.804.282	-783
2. Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen / Changes in services not yet invoiced	-16.290	29
3. Andere aktivierte Eigenleistungen / Company-produced additions to plant and equipment	206.436	84
4. Sonstige betriebliche Erträge / Other operating income	873.091	1.564
a Erträge aus Abgang Anlagevermögen / Income from disposal of fixed assets	0	1
b Auflösung von Rückstellungen / Release of provisions	15.591	645
c Sonstige / Others	857.500	918
5. Herstellungskosten / Costs of materials and purchased services	-5.517.244	-3.321
a Materialaufwand / Material	-270.447	-305
b Aufwendungen für bezogene Leistungen / Purchased services	-5.246.797	-3.016
6. Personalaufwand / Personnel expenses	-7.154.349	-7.184
a Gehälter / Salaries	-5.551.107	-5.558
b Aufwendungen für Mitarbeitervorsorge / Expenses for employee provision fund	-84.672	-85
c Aufwendungen für Altersvorsorge / Expenses for retirement provision	-9.167	-11
d Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben, entgeltabhängige Abgaben und Pflichtbeiträge / Social security contributions, salary related duties and compulsory contributions	-1.492.910	-1.518
e freiwillige und sonstige soziale Aufwendungen / voluntary and other social expenses	-16.493	-13
7. Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen / Depreciation and amortisation	-798.235	-760
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen / Other operating expenses	-1.604.871	-1.337
9. Betriebsergebnis / Operating Income	363.762	-589
10 Erträge aus Beteiligungen / Income from Investments	12.475	12
11 Sonstige Zinsen / Interests	-1.157	0
12 Erträge aus dem Abgang von und der Zuschreibung zu Finanzanlagen und Wertpapieren des Umlaufvermögens / Income from financial assets	0	0
13 Finanzergebnis / Financial Result	11.318	13
14. Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit / Earning before tax	375.080	-577
15 Steuern vom Einkommen und vom Ertrag / Total taxes on income	-1.510	-1
16. Jahresergebnis / Net Result of the Year	373.570	-578
17 Gewinnvortrag aus dem Vorjahr / Profit carried forward from the previous year	3.412.908	3.991
18. Bilanzgewinn / Profit	3.786.478	3.413

Anhang Annex

I. Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Der Jahresabschluss wurde auf der Grundlage der Fortführung der Unternehmenstätigkeit und 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.

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. Allen erkennbaren Risiken und drohenden Verlusten wurde entsprechend Rechnung getragen.

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

1. Anlagevermögen

Immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen

Erworbene immaterielle Vermögensgegenstände und das Sachanlagevermögen wurden, sofern diese der Abnutzung unterliegen, zu Anschaffungs- bzw. Herstellkosten angesetzt und um die planmäßige Abschreibung vermindert. Die plangemäße Abschreibung wird linear vorgenommen. Die Sätze der Normalabschreibung entsprechen den handels- und steuerrechtlichen Vorschriften. Die Nutzungsdauer für die Betriebs- und Geschäftsausstattung und für Maschinen und Geräte beträgt 3 bis 10 Jahre und für EDV-Software 4 Jahre.

Bewegliche Gegenstände des Anlagevermögens bis zu einem Wert von € 800 wurden entsprechend den steuerlichen Bestimmungen im Jahr der Anschaffung voll abgeschrieben.

In Anlehnung an die steuerlichen Bestimmungen (§ 7 EStG 1988) wurde die volle Jahresabschreibung für Zugänge im ersten Halbjahr des Geschäftsjahres, die halbe Jahresabschreibung für Zugänge im zweiten Halbjahr, angesetzt.

Finanzanlagevermögen

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

2. Umlaufvermögen

Vorräte

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

Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Die Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände wurden mit dem Nennwert angesetzt.

3. Pensionsrückstellungen

Die Rückstellungen für Pensionen wurden nach anerkannten versicherungsmathematischen Grundsätzen und gemäß §14 (6) EStG sowie RZ 3383 EStR 2000 unter Anwendung der Rechnungsgrundlagen AVÖ 2018-P (Rechnungsgrundlagen für die Pensionsversicherung für Angestellte) und unter Zugrundelegung eines Rechnungszinssatzes in der Höhe von 2,00 % (Vorjahr: 1,25 %) gebildet. Es wird mit einer fixen Steigerung der Alterspension um 2 % p.a. kalkuliert.

Wie im Vorjahr entspricht die Rückstellung gemäß dem versicherungsmathematischen Gutachten der Summe der Aktivierungswerte beider Rückdeckungsversicherungen.

Die betreffende Pensionsrückdeckungsversicherung besteht aus zwei fondsgebundenen Lebensversicherungen (davon eine prämienfrei gestellt) bei der Generali Versicherungen AG und wurde unter der Position „Wertpapiere des Anlagevermögens“ ausgewiesen.

4. 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 ungewissen Verbindlichkeiten mit jenen Beträgen berücksichtigt, die nach vernünftiger kaufmännischer Beurteilung erforderlich sind.

5. Verbindlichkeiten

Die Verbindlichkeiten wurden mit dem Erfüllungsbetrag, unter Bedachtnahme auf den Grundsatz der Vorsicht ermittelt.

II. Erläuterungen zur Bilanz

1. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Darstellung der Restlaufzeiten der in der Bilanz ausgewiesenen Forderungen:

Werte in € gerundet	Restlaufzeit		Gesamtbetrag
	≤ 1 Jahr	> 1 Jahr	
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	953.069 VJ: 553.398	0 VJ: 0	953.069 VJ: 553.398
Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstand	1.865.316 VJ: 1.052.771	8.053 VJ: 8.053	1.873.369 VJ: 1.060.824
Summe	2.818.385 VJ: 1.606.169	8.053 VJ: 8.053	2.826.438 VJ: 1.614.222

Unter dem Posten „Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände“ sind Erträge in der Höhe von € 1.774.916,00 (Vorjahr: € 1.047.708,00) enthalten, welche erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 3 UGB). Im Wesentlichen handelt es sich um Fördermittel- und Prämienabgrenzungen.

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:

Werte in € gerundet	Aktiv 31.03.2022	Passiv 31.03.2022	Aktiv 31.03.2021	Passiv 31.03.2021	Bewegungen 2021/2022
Rückstellung für Pensionen	62.475	0	61.515	0	959
Summe Unterschiedsbeträge	62.475	0	61.515	0	959
Aktive (+) / passive (-) latente Steuerabgrenzung 25 %	15.619	0	15.379	0	240

3. In der Bilanz nicht gesondert ausgewiesene Rückstellungen

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

Werte in € gerundet	Stand 01.04.2021	Verwendung	Auflösung	Zuweisung	Stand 31.03.2022
Rückstellung für Jahresabschluss	7.850	7.850	0	8.000	8.000
Rückstellung für drohende Verluste	15.560	0	15.560	132.730	132.730
Rückstellung für noch nicht konsumierte Urlaube	312.129	312.129	0	343.424	343.424
Rückstellung für sonstige Personalverpflichtungen	56.302	56.302	0	33.198	33.198
Rückstellungen für anteilige Sonderzahlungen	228.602	228.602	0	240.115	240.115
Prämien	0	0	0	30.000	30.000
Sonstige Rückstellungen	4.906	4.875	31	34.091	34.091
Summe	625.349	609.758	15.591	821.558	821.558

Die unter dem Posten „Sonstige Rückstellungen“ ausgewiesenen Beträge betreffen mögliche Fördermittelkürzungen.

4. Verbindlichkeiten

Unter dem Posten „Sonstige Verbindlichkeiten“ sind Aufwendungen in der Höhe von € 496.546,56 (Vorjahr: € 418.480,67) 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€ 288 (VJ: T€ 235) und Gehaltsabgaben in Höhe von T€ 187 (VJ: T€ 164).

Unter dem Posten „Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen“ sind Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht, in Höhe von € 116.918,80 (Vorjahr: € 57.156,38) enthalten.

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

Gegenstand / Bezeichnung (Werte in € gerundet, nicht indexiert)	Kündigungs- fristen (Monate)	Verpflichtung für das Folgejahr	Verpflichtung der folgenden 5 Jahre
Miete & Betriebskosten Räumlichkeiten	3 - 5	€ 838.090	€ 4.984.372
Miete Parkplätze für Firmenfahrzeuge	1	€ 3.391	€ 16.951
Leasing Drucker/Telefonanlage/Webserver	3	€ 9.321	€ 46.603
Leasing Firmenfahrzeuge	48 - 60	€ 24.797	€ 99.189
Summe		€ 875.599 VJ: € 822.722	€ 5.147.115 VJ: € 4.113.612

III. Erläuterungen zur Gewinn- und Verlustrechnung

Die Gewinn- und Verlustrechnung wird nach dem Gesamtkostenverfahren erstellt.

Die Aufgliederung der Umsätze im Anhang wurde aufgrund der in § 240 UGB angegebenen Gründe unterlassen.

Im Betriebsergebnis sind steuerliche Prämien gemäß § 108 EStG in Höhe von €855.517,76 (VJ: € 916.868,49) enthalten; diese betreffen zur Gänze die Forschungsprämie.

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

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

IV. Sonstige Angaben

1. Organe der Gesellschaft

Geschäftsführer während des Geschäftsjahres war Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas PAUSCHITZ (seit 03.10.2006).

Prokurist der Gesellschaft war Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Friedrich FRANEK (seit 01.04.2020).

Angaben gemäß § 239 (1) Z 3 + 4 UGB werden gemäß § 242 (4) UGB unterlassen.

2. Zahl der Dienstnehmer und Dienstnehmerinnen

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

(in Köpfen)	2021/2022	2020/2021
Angestellte	129	137

3. Aufwendungen für den Abschlussprüfer

Angabe gemäß § 238 Abs. 1 Z 18 UGB.

Honorar für die Wirtschaftsprüfung 2021/2022: rund € 4.750,00 (Vorjahr: € 4.750,00).

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.

Angaben gemäß § 238 (1) Z 4 und Z 20 UGB werden mit Verweis auf § 242 (2 und 3) UGB unterlassen, da diese nach vernünftiger unternehmerischer Beurteilung geeignet sind, dem Unternehmen bzw. dem verbundenen Unternehmen einen erheblichen Nachteil zuzufügen.

5. Ereignisse nach dem Bilanzstichtag

Wesentliche Ereignisse nach dem Bilanzstichtag, die Einfluss auf den gegenständlichen Jahresabschluss hätten, waren nicht zu verzeichnen.



Landesgesellschaft
Österreich

ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH

bescheinigt, dass die Organisation



AC2T research GmbH

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

für den Geltungsbereich

**Forschungs- und Analysedienstleistungen
mit Fokus Tribologie**

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. September 2023**

Zertifikat-Registrier-Nr. **QU1530899**


Wien, 2020-10-28



Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH
Franz-Grill-Straße 1 · Arsenal, Objekt 207, 1030 Vienna, Austria

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

Bilder, Grafiken & Design: AC2T research GmbH

Druck: Ferdinand Berger & Söhne GmbH, Horn

supported by:

