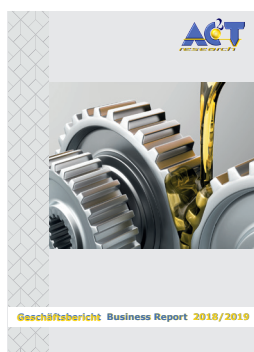
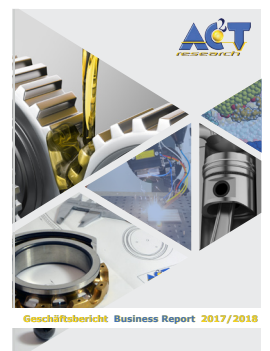
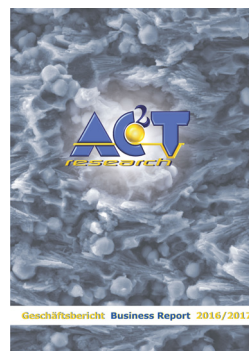
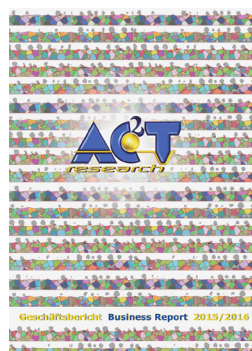
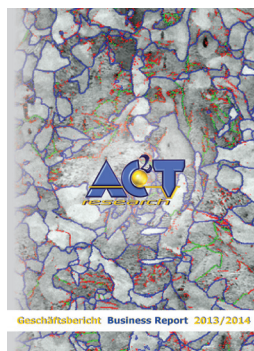
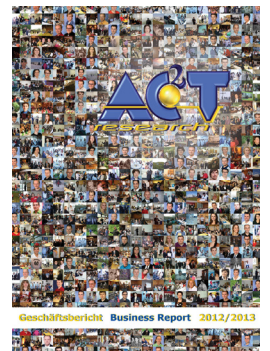
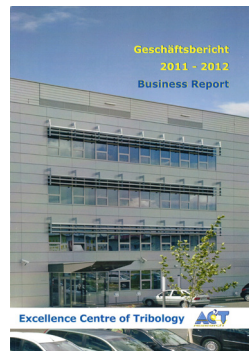
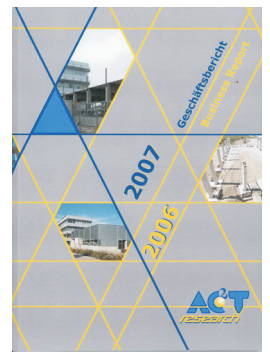
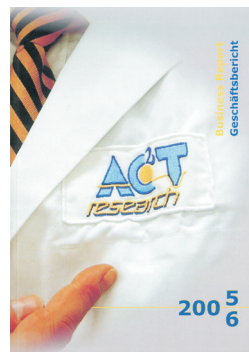
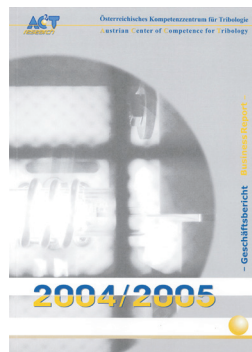




Geschäftsbericht Business Report 2020/2021





Operator of the COMET K2 Centre



01.04.2020 **31.03.2021**
Geschäftsbericht **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 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	6
Statements	
Organisationsstruktur	12
Organization	
Forschungsbereiche	18
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	
Laborgeräte	32
Laboratory Equipment	
Publikationen	40
Publications	
Finanzbericht	48
Financial Report	
Bilanz zum 31.03.2021	49
Balance Sheet as per 31.03.2021	
Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2020 - 31.03.2021)	51
Income Statement (01.04.2020 – 31.03.2021)	
Anhang	52
Annex	

Höhepunkte / Highlights

Exzellenzzentrum für Tribologie: Startschuss für weitere 8 Jahre Forschung

Mit 1. April 2020 startete das „Exzellenzzentrum für Tribologie“ in den ersten 4-Jahres-Teil des COMET-Schirmprojekts „InTribology“. In diesem Schirmprojekt wird die Forschung zu Reibung und Verschleiß, bzw. zu Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Werkstoffen, mit Methoden, welche meist unter dem Sammelbegriff „künstliche Intelligenz“ zusammengefasst sind, kombiniert. Diese Kombination ist von großer Bedeutung, um den Materialeinsatz und Energieverbrauch weiter zu reduzieren. Damit fügt sich das Forschungsfeld des Exzellenzzentrums für Tribologie optimal in die Digitalisierungsstrategie des Landes Niederösterreich ein.



3. Platz beim riz up GENIUS Ideen- und Gründerpreis 2020 – 15.09.2020



Michele SCHIRRU vom Exzellenzzentrum für Tribologie erzielte beim riz up GENIUS Ideen- und Gründerpreis 2020 für sein „Intelligentes Lager“ in der Kategorie „Geniale Forschung & Entwicklung“ den 3. Platz. Verliehen wurde der Preis für die Entwicklung eines innovativen Miniaturesensors, der bei der Kontrolle sowie der Reduzierung der CO₂-Emissionen von Motoren und Maschinen helfen soll. Die Innovation besteht in der Möglichkeit, diesen Sensor direkt an Motorbauteilen zu installieren, um die Schmierung nicht-invasiv und in Echtzeit überwachen zu können.

V.l.n.r.: Franz PFANN (RIZ Förderverein NÖ Süd), Hr. SCHIRRU (AC2T research GmbH), Landesrat DANNINGER (Land Niederösterreich) – © schelberger.at

1. Preis beim tecnet – accent Innovation Award 2021 – 19.02.2021

Der tecnet – accent Innovation Award ist eine Auszeichnung für den Forschungsnachwuchs am Technopol Wiener Neustadt, welche jährlich vergeben wird. Im Jahr 2021 wurde als Siegerprojekt ein völlig neuartiges COVID-Schutzsystem von Michele SCHIRRU und Serhiy BUDNYK vom Exzellenzzentrum für Tribologie (AC2T research GmbH) ausgezeichnet. Im Projekt wurde ein Verbund aus Atemmaske und in der Tribologie eingesetzten Ultraschallsensorik entwickelt. Die von einem Ultraschallsender ausgesendeten Schallwellen stoßen Luftteilchen, z.B. Tröpfchen mit Corona-Viren, vor deren Auftreffen auf die Atemmaske weg und erhöhen somit wesentlich die Schutzwirkung der Maske. Das Ultraschall-Schutzsystem wurde zum Patent angemeldet.



V.l.n.r.: Bgm. Schneeberger (Bürgermeister von Wiener Neustadt), Hr. Schirru (AC2T research GmbH), Landesrat Danning (Land Niederösterreich) – © ecoplus / Schranz

EU-Projekt „LUBGEAR“ im Clean Sky2 Programm gestartet



Im Berichtszeitraum konnte ein für die strategische Entwicklung von AC²T wichtiges Projekt außerhalb InTribology in einem hoch kompetitiven Wettbewerb innerhalb des Clean Sky2 Programmes des EU Horizon2020 Förderprogrammes gewonnen werden.

Das EU-Projekt „LUBGEAR“ (Tribological behaviour under loss of LUBrication of new optimized GEARs for friction reduction in power gearboxes) ist Teil der „Innovative Aircraft Demonstrator Plattform“ (IADP) der Fokus Area „Large Passenger Aircraft“ (LPA) innerhalb von Clean Sky2 mit einer Laufzeit von 30 Monaten. Im Projekt LUBGEAR werden Technologien wie neue Werkstoffe, Oberflächenstrukturierungen oder selbstschmierende Beschichtungen zur Reduktion von Reibung bei Loss-of-Lubrication-Bedingungen in Turbinen-Getriebeboxen von großen Passagierflugzeugen (LPA) entwickelt.

Dies wird sowohl die Passagiersicherheit erhöhen als auch die technologische Positionierung der EU im Bereich der Luftfahrtbranche verbessern, um CO₂ Emissionen nachhaltig zu reduzieren.

Das Projekt ist eine Zusammenarbeit zwischen AC²T, der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau an der TU München, dem österreichischem Zahnradhersteller ZOERKELER und dem spanischen Forschungsinstitut CIDETEC, das auf Oberflächenanalytik spezialisiert ist. Topic Manager ist der italienische Getriebehersteller GE Avio. In einer Bündelung der Kompetenzen wird Werkstoffdesign in extremen Betriebsbedingungen einerseits in einem Hochleistungsprüfstand mit innovativer Messtechnik, der in dieser Art einzigartig in der Scientific Community sein wird, in einer breiten Messkampagne untersucht; andererseits wird eine enge Kopplung mittels Simulationsmodellen entwickelt, die Extrapolation zu experimentell nicht zugänglichen Betriebsbedingungen ermöglichen.

Our Vision

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

Unsere Vision

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



Our Mission

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

Unsere Mission

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

Berichte

Statements

Geschäftsführer

Das 20. Geschäftsjahr des Exzellenzzentrums für Tribologie war gleichzeitig das erste Förderjahr des Schirmprojektes COMET1-K22-InTribology³.

Etwa 2/3 der Personalkapazitäten wurden in den Forschungsk Kooperationen in „InTribology“ eingesetzt. Ergänzend trugen Projekte auf nationaler und europäischer Ebene zum Gesamtumsatz bei. Der Umsatz im 20. Geschäftsjahr war gegenüber dem Vorjahr um rund 25 % niedriger und das Jahresergebnis negativ. Ein Hauptgrund hierfür war, dass die neue vierjährige COMET-Förderphase mit April 2020 startete und daher alle Forschungsprojekte, während der ersten Covid-19-Infektionswelle vertraglich neu zu vereinbaren waren. Einige der darin geplanten Projektkooperationen kamen infolge von organisatorischen und wirtschaftlichen Einschränkungen bei Unternehmenspartnern, z.B. aus dem Sektor der Erdölindustrie, der Stahlindustrie und der Automobilindustrie, nicht zustande.

Die Forschungstätigkeiten waren geprägt von der Covid-19-Pandemie. Ein großer Teil der Tätigkeiten wurde von zuhause aus erbracht. Die Labortätigkeiten wurden jedoch so weit wie möglich aufrechterhalten. Es wurden hierzu jeweils zwei Gruppen gebildet, welche alternierend die Laboraufgaben erfüllten.

Die Personalfuktuation war im Geschäftsjahr höher, da sich infolge Covid-19-Auswirkungen der Personalstand leicht reduzierte. Der Personalstand zum Ende des Geschäftsjahres betrug rund 135 Personen (bzw. 116 Vollzeitäquivalente).

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

General Manager

The 20th fiscal year of the Excellence Centre of Tribology was also the first funding year of the umbrella project COMET1-K22-InTribology³.

Around 2/3 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 20th fiscal year was around 25 % lower than in the previous year and the annual result was negative.

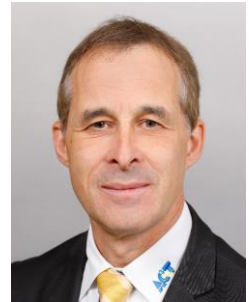
One of the main reasons for this was that the new four-year COMET funding phase started in April 2020. Therefore, all research projects had to be contractually re-agreed during the first wave of Covid-19 infections.

Some of the project cooperation's planned therein did not start because of organisational and economic restrictions at company partners, e.g., from the of petroleum industry, steel industry and the automotive industry.

Research activities were affected by the Covid 19 pandemic. A large part of the activities was carried out at home. Nevertheless, laboratory activities were continued as far as possible. The laboratory tasks were alternately performed by two groups specifically formed for this purpose.

Staff turnover was higher in the fiscal year because the number of employees was slightly reduced as a result of Covid-19 impacts. The number of employees at the end of the fiscal year was around 135 (116 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

¹ **COM**petence Centres for **Ex**cellent **T**echnologies

² Akronym der spezifischen COMET-Programmschiene

³ Akronym des AC²T-COMET-Schirmprojektes

Wissenschaftliche Leitung



Dipl.-Ing. Dr. mont.
Ewald BADISCH

Mit dem Geschäftsjahr startete das COMET-K2-Schirmprojekt InTribology. In diesem sind die Forschungsaktivitäten zu Reibung und Verschleiß mit Methoden der „künstlichen Intelligenz“ zusammengeführt.

Zu Beginn des Berichtszeitraums erfolgte mit der Anfertigung des Abschlussberichts der formale Abschluss des Schirmprojekts

XTribology. Das gleichzeitige Hochfahren des neuen Forschungsprogramms InTribology und die damit verbundenen neuen Projekte mit Unternehmenspartnern und Wissenschaftspartnern stellte sich als besondere Herausforderung dar.

Die strategische Ausrichtung und die internationale Sichtbarkeit des Exzellenzzentrums konnte im Berichtszeitraum durch die Gewinnung neuer internationaler Partner weiter gesteigert werden.

Auf europäischer Ebene wurden im Geschäftsjahr insgesamt drei EU-Projekte („LUBGEAR“¹ in CleanSky2; „In2TRACK 3“² und „FR8RAIL IV“³ im Joint Undertaking „Shift2Rail“) gestartet. Die Entwicklung der Projekte im Bereich „Eisenbahn“ mit den Schwerpunkten Rad-Schiene-Kontakt und Wartungsmaßnahmen ist positiv hervorzuheben, in dem insgesamt acht Projekte im Berichtszeitraum bearbeitet wurden.

Für das InTribology-Programmkomitee wurden sechs Mitglieder nominiert. Im ersten Förderjahr fanden zwei Meetings statt. Fachliche Schwerpunkte bildeten die Forschungsaktivitäten in den Bereichen „Data Science & Digital Transformation“ sowie die „Tribologischen Herausforderungen im Bereich erneuerbarer Energien“.

Das Forschungsjahr weist mit 2 fertiggestellten Dissertationen, 11 abgeschlossenen Diplom- bzw. Masterarbeiten und 42 Publikationen in referierten Journalen ein herzeigbares wissenschaftliches Ergebnis auf.

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

Scientific Management

The COMET K2 umbrella project InTribology started with the fiscal year. This project combines research activities on friction and wear with methods of “artificial intelligence”.

At the beginning of the reporting period, the formal closure of Xtribology was carried out with the preparation of the ex-post report. The simultaneous start-up of the new research program InTribology and the associated new projects with company partners and scientific partners proved to be a particular challenge.

The strategic orientation and international visibility of the Excellence Centre was further enhanced during the reporting period by attracting new international partners.

At European level, three EU projects (“LUBGEAR”¹ in CleanSky2; “In2TRACK 3”² and “FR8RAIL IV”³ in the “Shift2Rail” joint undertaking) were launched in the fiscal year. The development of projects in “Railways” with a focus on wheel-rail contact and maintenance deserves special mention, in which a total of eight projects were processed during the reporting period.

Six members were nominated for the InTribology program committee. Two meetings were held in the first funding year. The focus was put on research activities in the fields of “Data Science & Digital Transformation” and “Tribological Challenges in the Field of Renewable Energies”.

With 2 completed dissertations, 11 completed diploma or master theses and 42 publications in peer-reviewed journals, presentable scientific results were achieved.

The Scientific Management would like to take this opportunity to thank all scientists and laboratory experts for their extraordinary commitment during this particularly challenging time.



Dipl.-Ing. Dr. techn.
Nicole DÖRR

¹ <https://cordis.europa.eu/project/id/101007713>

² https://projects.shift2rail.org/s2r_ip3_n.aspx?p=IN2TRACK3

³ https://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR8RAIL%20iv

Sprecher der Gesellschafter

Die Gesellschafter von AC²T nehmen die Herausforderungen des Exzellenzzentrums im Geschäftsjahr 2020/2021 und das damit verbundene wirtschaftliche Ergebnis zur Kenntnis. Da Erträge in der Vergangenheit immer im Unternehmen belassen wurden, war ein Kapitalpolster verfügbar, welcher die Bewältigung der aktuellen, durch die Covid-19-Pandemie hervorgerufenen Herausforderungen, ermöglichte.

Die Wissenschaftliche Leitung, das AC²T-Team und die Partner hatten sich bis etwa Januar 2020 intensiv in die Vorbereitung der Forschungsaktivitäten in InTribology (ab April 2020) eingebracht. Bedauerlicherweise wurden diese Aktivitäten durch die Covid-19 Ereignisse im ersten Quartal 2020 abrupt stark eingeschränkt. Die wirtschaftlichen Folgen von Covid-19 zwangen fast alle Partner des Zentrums, deren Produktionen mit März 2020 einzuschränken oder zu unterbrechen.

Als Gesellschafter ist uns bewusst, dass diese Situation für das Geschäftsjahr 2020/21 und die Folgejahre wirtschaftliche Folgen haben wird, die jedoch auch derzeit noch nicht im Detail prognostizierbar sind, obwohl sich die Rahmenbedingungen mittlerweile deutlich verbessert haben. 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.

Die Gesellschafter danken der Geschäftsführung und dem gesamten AC²T-Team für die engagierte Arbeit in der Vergangenheit und wünschen dem AC²T-Team Zuversicht und Erfolg im neuen Geschäftsjahr.

Spokesperson of the shareholders

The shareholders of AC²T accept the challenges of the Excellence Centre in the fiscal year 2020/2021 and the associated economic result. As revenues have always been kept by AC²T in the past, a capital reserve was available, which made it possible to manage the current challenges caused by the Covid-19 pandemic.



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

The Scientific Management, the AC²T team and the partners had been intensively involved in the preparation of the research activities in InTribology (from April 2020) until about January 2020. Unfortunately, these activities were abruptly severely constrained by the Covid-19 events in the first quarter of 2020. The economic consequences of Covid-19 forced almost all the Centre's partners to reduce or interrupt their productions as of March 2020.

As shareholders, we are aware that this situation will have economic consequences for the 2020/21 fiscal year as well as for the years thereafter. However, these consequences cannot yet be predicted in detail, even though the general conditions have improved significantly in the meantime. 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 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.

The shareholders express their gratitude to the General Management and the entire 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. 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.

Der InTribology-Strategiebeirat setzt sich aus fünf Personen zusammen. Zwei davon wurden von den InTribology-Partnern, zwei von der Generalversammlung der AC²T research GmbH und ein Mitglied wurde von den vier vorstehend genannten Mitgliedern, jeweils in geheimer Wahl, bestimmt. Keines der Strategiebeirats-Mitglieder ist bei AC²T oder einem der InTribology-Partner angehörig bzw. angestellt. Der Strategiebeirat tritt somit als völlig unabhängiges Gremium auf und ist bestrebt, alle am Schirmprojekt COMET-K2-InTribology beteiligten Partner zu beraten. Und zwar im Hinblick darauf, die angestrebten und im InTribology Fördervertrag definierten Zielwerte zu erreichen, bei Bedarf aber auch im Sinne eines Schiedsgerichts zu fungieren.

Im Rahmen des ersten Meetings des Strategiebeirats konnten wir uns über die bereits erfolgten Aktivitäten innerhalb InTribology berichten lassen und sind zur Überzeugung gelangt, dass die Geschäftsführung und die MitarbeiterInnen des Exzellenzzentrums zügig daran arbeiten, die Zielwerte zu erreichen. Die für die erste Förderperiode definierten Zielwerte wurden, aliquot für ein Jahr betrachtet, weitgehend erreicht, sodass der Strategiebeirat die intensiven Bestrebungen der AC²T-Geschäftsleitung zur bestmöglichen Erfüllung der InTribology-Zielwerte wohlwollend zur Kenntnis genommen hat.

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

Chairperson of the Strategy Board

The Strategy Board was established in accordance with the guidelines of the COMET programme and is a board independent of the Centre and the InTribology partners. 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.



Mag.
Barbara SCHICKER

The InTribology Strategy Board is constituted by five members. Two of them were appointed by the InTribology partners and two of them by the AC²T shareholder's assembly. The fifth member has been elected by the other four members mentioned by a ballot. None of the Strategy Board members is affiliated to or employed by AC²T or one of the partners. The Strategy Board can thus act as a completely independent panel and endeavours to advise all partners involved in the umbrella project COMET-K2-InTribology to achieve the target values intended and as defined in the InTribology funding contract, but also to serve as a court of arbitration if necessary.

During the first meeting of the Strategy Board, we received detailed information about already carried out activities in the framework of InTribology. We concluded that the General Management and the staff of the Excellence Centre actively strive to meet the target values.

The target values defined for the first funding period were, aliquot for one year, largely achieved, so that the Strategy Board acknowledged the intensive efforts of the AC²T management to meet the InTribology target values as best as possible.

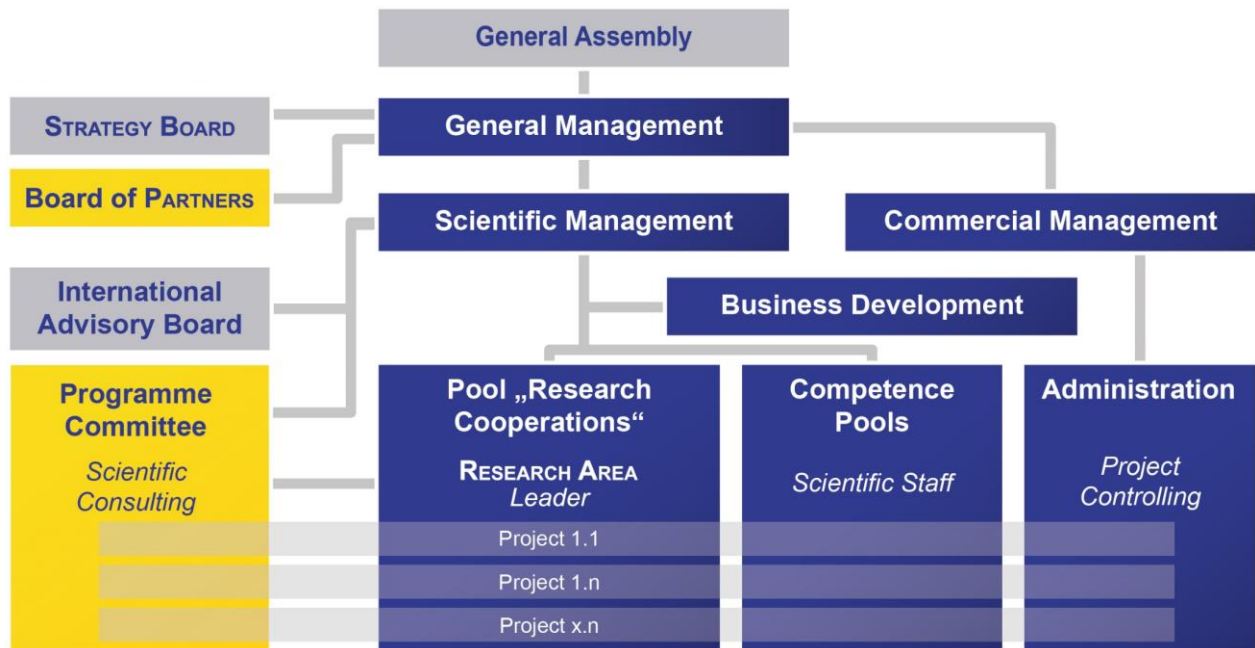
As the new elected Chairwoman of the Strategy Board, I would like to take this opportunity to thank, on behalf of the Strategy Board, all employees of the Excellence Centre, the General Management of AC²T and all partners of InTribology for their contribution, which made the first funding year possible,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



Organisationsstruktur

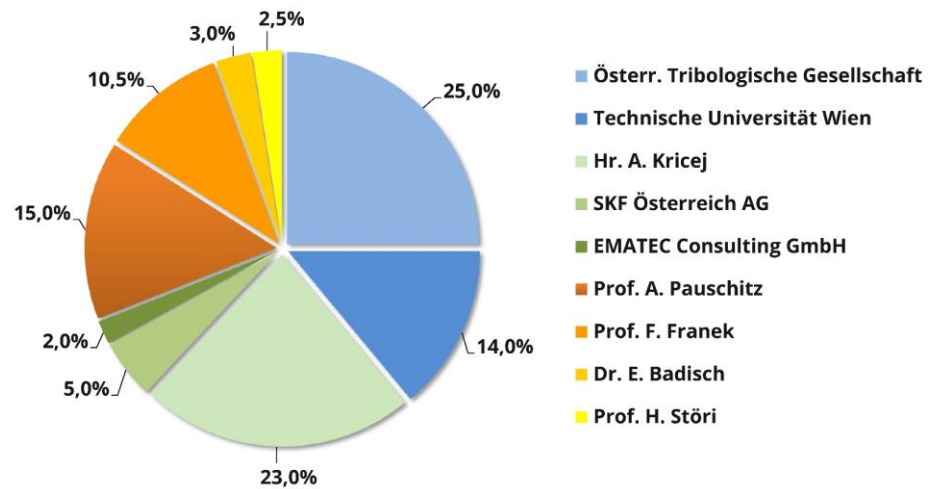
Organization

Organigramm / Organization Chart



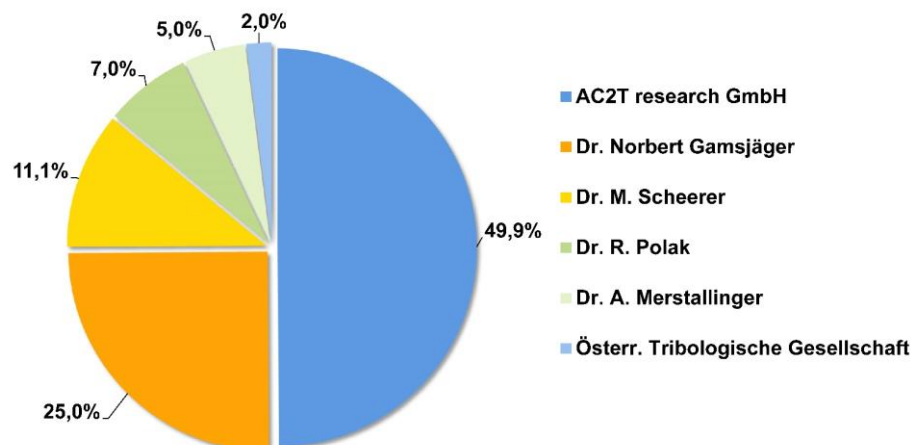
Gesellschafterstruktur / Shareholders

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 Mutterdisziplinen der Tribologie (Physik, Chemie, Werkstoffwissenschaften Maschinenbau, Elektrotechnik/Messtechnik) und der Informatik gewährleistet.

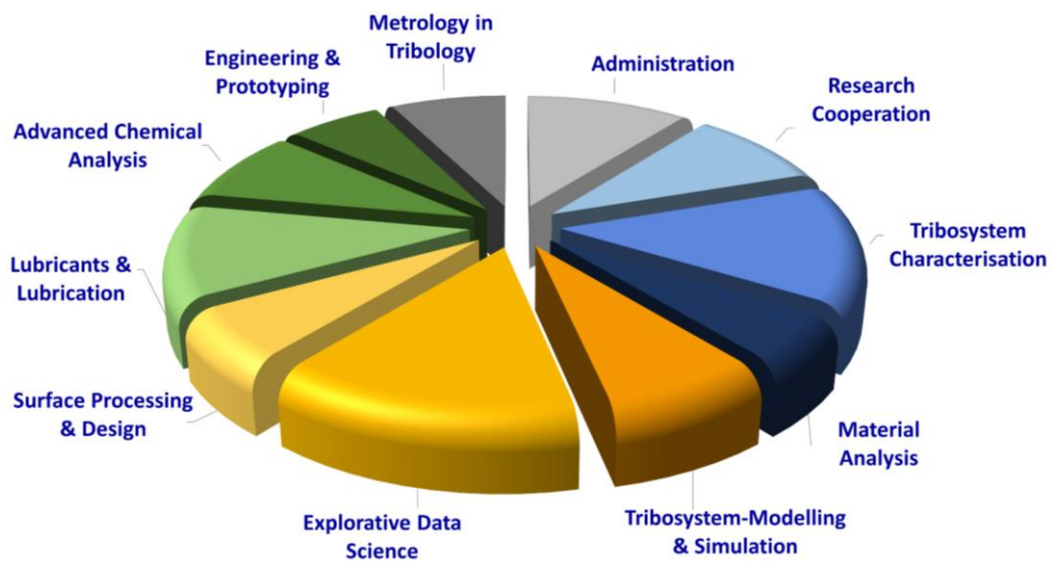
Tribologische Aufgabenstellungen werden in den folgenden Kompetenzbereichen umfassend bearbeitet.

Interdisciplinary core competence

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

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

Personalressourcen der Kompetenzbereiche / Human resources of areas of competence



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

Strategiebeirat

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-Agreement-partner zur Auslegung der Regeln im Agreement auftreten.

Der Strategiebeirat besteht aus den nachfolgend angeführten 5 Personen, wobei 2 Mitglieder der Unternehmens- und Wissenschaftspartner gemeinsam, 2 Mitglieder der Gesellschafter des Kompetenzzentrums, und das fünfte Mitglied von den davor nominierten 4 Mitglieder gewählt wurden. In der Gesamtheit repräsentieren die Mitglieder/innen 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 5 persons, 2 members being nominated jointly by the company partners and scientific partners, 2 members being nominated by the shareholders of the Center of Excellence, and the fifth member being nominated by the previously nominated 4 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 ROITHER

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

Ziele

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

Targets

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



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

Forschungsbereiche

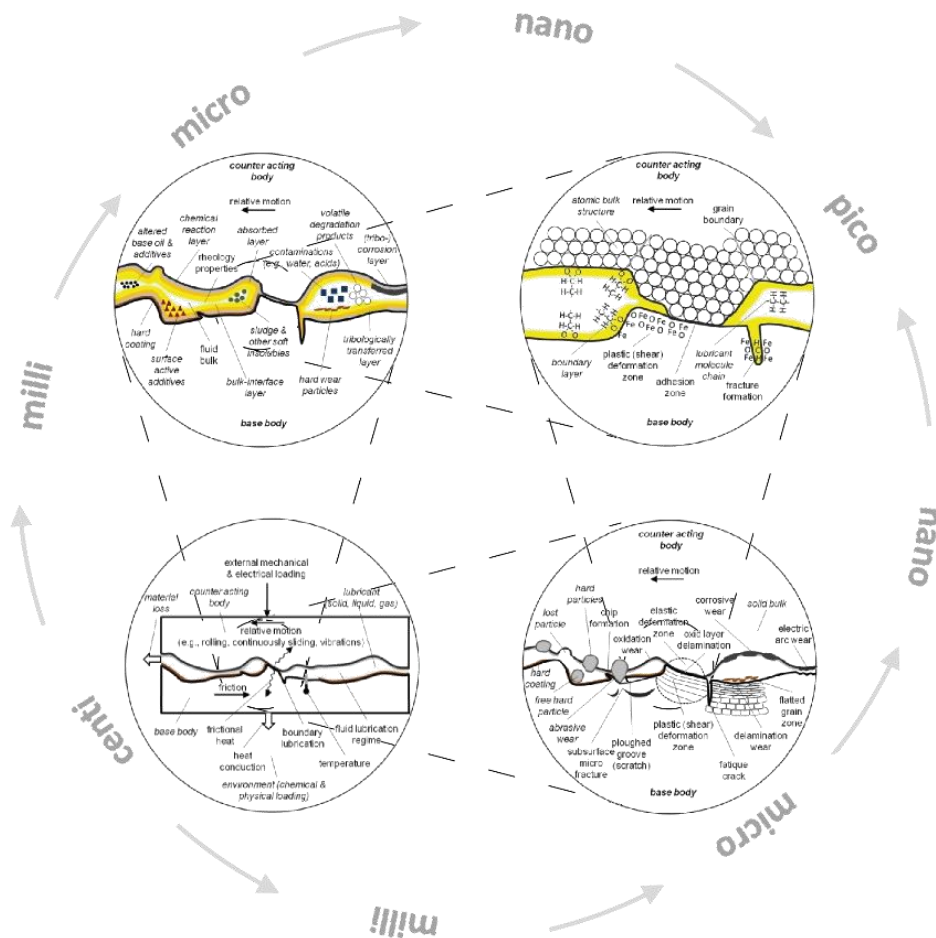
Research Areas

Research topics

- Engine oils – impact of fuel quality on engine oil performance
- Industrial lubricants – alteration mechanisms and oil sensors
- Gear oils and transmission fluids – additive efficiency
- Innovative lubricants – ionic liquids and nano-particles
- Fuels – influence of bio-components in future fuels on lubricity

Research topics

- On-line measurement of tribological data
- Change point detection in time series data by advanced statistics
- Evaluation of multidimensional data by artificial intelligence
- Lab-2-Field development environment of tribosystems
- Hardware-in-the-Loop tribometer for realistic component testing

**Research topics**

- Development of robust multi-functional laser claddings and thin films
- Wear protection and monitoring in factory maintenance
- Wear and corrosion in oilfield applications
- Rail/wheel tribology
- Additive manufacturing for wear protection

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

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

The activities of research area „friction optimized devices“ are focussed on the frictional performance of various devices and processes with special regard to surface characteristics and material properties.

The employed methods comprise numerical multi scale simulations, materials and surface characterization at the nanometre scale, novel diagnostic techniques and advanced tribological characterization 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.

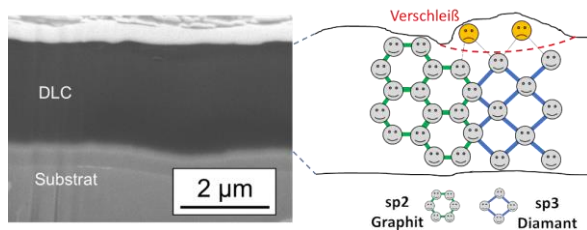
DLC – Unverwüstlich wie ein Diamant

Auch für extrem verschleißbeständige DLC-Beschichtungen (Diamond Like Carbon) gibt es kritische Einsatzbedingungen.

Heutzutage werden gezielt Beschichtungen mit Diamant-Charakteristik eingesetzt, um Maschinenelemente und sensible Oberflächen vor Verschleiß und Benutzungspuren zu schützen, vor allem wenn Schmierung bzw. Schmierstoffe nicht mehr ausreichen, um kritischen Verschleiß zu verhindern. Trotz der Härte findet man an solchen diamantähnlichen Beschichtungen immer wieder auch Verschleißspuren. Diese künstlich hergestellten Beschichtungen weisen meist einen gewissen Graphitanteil auf, und man spricht von DLC-Beschichtungen (englisch: Diamond Like Carbon). Dieser Graphitanteil wird bewusst verwendet und ermöglicht – zusätzlich zur extremen Verschleißfestigkeit – auch Oberflächen mit niedriger Reibung. Die Beschichtungen sind meist nur wenige Mikrometer dick (also zirka 1/10 eines Haardurchmessers), sollen aber ein Bauteilleben lang halten. Voraussetzung für beschichtete Maschinenkomponenten ist, dass die Beschichtungen fest auf dem Untergrund (einem geeigneten Substrat) haften und unter Belastung Verschleißschutz bieten. Normale Verschleißvorgänge dieser beschichteten Komponenten ereignen sich im Nanometer-Bereich (fast schon Atomebene). AC²T konnte diese Verschleißvorgänge messbar machen und damit die kritischen Einflüsse auf diese Vorgänge untersuchen.

Messmethodik

Die von AC²T konzipierte und gemeinsam mit Projektpartnern eingesetzte RIC-Methode (engl.: Radioactive Isotope Concentration) bedarf günstiger Randbedingungen und einer konsequenten Forschungsarbeit, um auch für reale Maschinenbauteile eingesetzt werden zu können, und ist die einzige Methode, mit welcher der Verschleiß kontinuierlich in Nanometerauflösung erfasst werden kann.



Wirkungen und Effekte

Durch die Kooperation konnten Bauteilgruppen des Antriebsstranges hinsichtlich möglicher verschleißkritischer Einflüsse untersucht werden. So zeigte sich, dass sich das Verschleißverhalten allein durch die chemischen Eigenschaften des Schmierstoffs wie auch des schmierenden Kraftstoffs kritisch ändern kann. Überdies können kleinste Staubpartikel (im Sub-Mikrometerbereich – also deutlich kleiner als die Dicke der Verschleißschuttschicht) zu einem Abplatzen der DLC-Beschichtung und damit zu einem Versagen dieser Verschleißschutzmaßnahme führen. AC²T ist es hier durch eine neuartige Messmethode gelungen, die Wirkung von Einflussparametern zu differenzieren. Dadurch können DLC-Verschleißschuttschichten effizienter ausgelegt und die Standzeit sensibler Oberflächen deutlich verlängert werden.

DLC – Sturdy like a diamond

Even for extremely wear resistant DLC coatings (Diamond Like Carbon), there are critical conditions of use.

Coatings with diamond characteristics are used today to protect machine elements and sensitive surfaces from wear and traces of use. Such coatings are especially employed when lubrication or lubricants are no longer sufficient to prevent critical wear. Despite the hardness, there are always traces of wear on such diamond-like coatings. These artificially produced coatings usually contain a certain amount of graphite and are referred to as DLC coatings (Diamond Like Carbon). The graphite content is deliberately adjusted and enables - in addition to extreme wear resistance - surfaces with low friction. The coatings are usually only a few micrometres thick (i.e., about 1/10 of the diameter of a hair), but are intended to protect the component through-out its lifetime. The prerequisite for coated machine components is that the coatings adhere firmly to the base (a suitable substrate) and do not wear off. Normal wear processes of these coated components occur in the nanometre range (almost at the atomic level). AC²T was able to make these wear processes measurable in a practical way and thus it is possible to investigate the critical influences on these processes.

Measurement method

The RIC method (Radioactive Isotope Concentration), as designed by AC²T and used together with project partners requires favourable boundary conditions and consistent research work to be able to implement this for real machine components and is the only method, which allows to record wear continuously in nanometre resolution.

Links: Schnitt durch eine DLC-beschichtete Stahlprobe im Rasterelektronenmikroskop dargestellt (Foto: © CEST); Rechts: Schematische Darstellung des DLC-Verschleißes (Foto: © AC²T research GmbH)

Left: section through a DLC-coated steel sample shown under a scanning electron microscope (image: © CEST); Right: schematic representation of DLC wear (image: © AC²T research GmbH)

Impact and effects

The cooperation made it possible to investigate component groups of the drive train with regard to possible wear-critical influences. It was shown that the wear behaviour in the nanometre range can be critically changed by the chemical properties of the lubricant and the lubricating fuel alone. Moreover, the smallest dust particles (in the sub-micrometre range - i.e., significantly smaller than the thickness of the wear protection layer) can cause the DLC coating to flake off and thus lead to failure of this wear protection measure. AC²T has succeeded in differentiating the effect of influencing parameters using a new measuring method. As a result, DLC wear protection coatings can be designed more efficiently, and the service life of sensitive surfaces can be significantly extended.

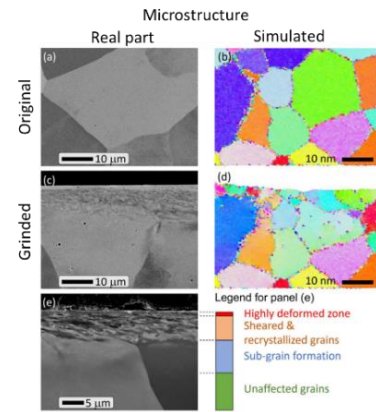
Highlighted publications

Experimentally validated atomistic simulation of the effect of relevant grinding parameters on work piece topography, internal stresses, and microstructure

S. J. EDER, P. G. GRÜTZMACHER, T. SPENGER, H. HECKES, H. ROJACZ, A. NEVOSAD, F. HAAS

Friction (2021)

In this work, we present a fully atomistic approach to modeling a finishing process with the goal to shed light on aspects of work piece development on the microscopic scale, which are difficult or even impossible to observe in experiments, but highly relevant for the resulting material behavior. In a large-scale simulative parametric study, we varied four of the most relevant grinding parameters: The work piece material, the abrasive shape, the temperature, and the infeed depth. To validate our model, we compared the normalized surface roughness, the power spectral densities, the steady-state contact stresses, and the microstructure with proportionally scaled macroscopic experimental results. Although the grain sizes vary by a factor of more than 1,000 between experiment and simulation, the characteristic process parameters were reasonably reproduced, to some extent even allowing predictions of surface quality degradation due to tool wear. Using the experimentally validated model, we studied time-resolved stress profiles within the ferrite/steel work piece as well as maps of the microstructural changes occurring in the near-surface regions. We found that blunt abrasives combined with elevated temperatures have the greatest and most complex impact on near-surface microstructure and stresses, as multiple processes are in mutual competition here.

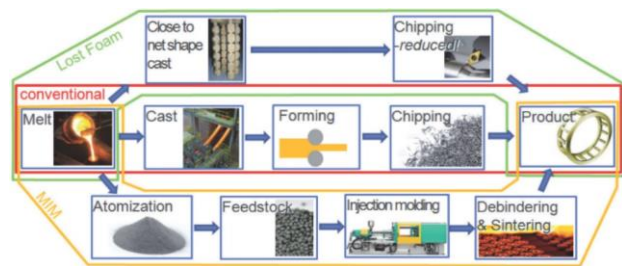


Wear protective effects of tribolayer formation for copper-based alloys in sliding contacts: alloy dependent sliding surfaces and their effects on wear and friction

U. CIHAK-BAYR, R. JISA, F. FRANEK

IntechOpen (2021)

High sliding wear resistance is generally attributed to high hardness and high mechanical strength. Novel near net shape process technologies such as metal injection moulding (MIM) or lost foam casting (LF) lack forming processes that typically increase strength. Consequently, the materials exhibit large-grained microstructures with low defect densities. Commercial copper alloys (CuSn8, CuNi9Sn6, CuSn12Ni2) well known for good sliding properties were produced using MIM and LF and characterised in the current study. Their wear and friction behaviour were compared to conventionally produced variants in a lubricated, reciprocating sliding test against steel. The results showed an equal or superior wear resistance and lower friction levels for large-grained microstructures evolving in MIM and LF. SEM, FIB and EBSD studies revealed a tribolayer on the surface and a tribologically transformed layer (TTL), composed of a nano-crystalline zone or partially rotated grains, and selective hardening of grains. The extent of the TTL was different for alloys that were chemically identical but exhibited different initial microstructures. Innovative production routes investigated here showed no tribo-logical drawbacks, but present the potential to increase lifetime, as nano-crystalline zones may render the sample more prone to wear.

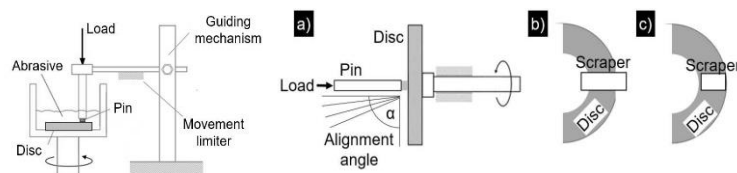


Friction and wear characterisation of the tribosystem scraper versus rubber in conveyor systems

W. MOLNAR, V. PEJAKOVIC, A. NEVOSAD, M. VARGA, K. ADAM, S. DESCHKA, E. BADISCH

Testing and Evaluation (2021)

Rubber conveyor belts are an important part of the transport chain in many industries, ranging from food processing to steel mills. In this context, it is important to employ scrapers, which remove adhering goods from the belts and reduce loss of these resources during transport. The tribological contact between belt and scraper is of high importance as this often is a source of wear and unintended energy consumption. In this work, the interaction between scrapers and belt was investigated by utilizing a pin-on-disc setup with and without abrasive intermedia. A strong dependence of friction and wear on the alignment angle between pin and belt was proven by the investigations. An orthogonal setup caused the highest coefficient of friction, but the lowest wear, while an increasing deviation from the 90° alignment resulted in an inverse trend. Also, the geometrical shape and size of the abrasive determined wear, as larger, sharper particles enhanced wear. Abrasive particles likewise influence the tribological contact between pin and belt by reducing the friction compared to the 2-body contact.



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 Früh-schädigung 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 Berechnungen und Molekulardynamik. Basierend auf einem (online) Verschleißmonitoring werden Lebensdauer Prognosemodelle für intelligente Wartungskonzepte für die Anlageninstandhaltung (z. B. in der Stahlherstellung) erarbeitet.

RESEARCH AREA 2

Wear Reduction Strategies for Industry

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

A detailed understanding of the wear mechanisms is gained by investigating early near-surface damage using advanced analytical tools, to develop a comprehensive understanding of the mechanisms that lead to wear initiation and surface damage.

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

A major research goal is the development of robust multi-functional laser claddings and thin films based on first principles design applying ab-initio and molecular dynamics simulations. Additionally, lifetime prediction models are elaborated based on (online) wear monitoring systems for smart factory maintenance concepts, for instance for steel industry.



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

Nachhaltigkeit durch geeignete Werkstoffe

Die geeignete Strategie zur Schienenverlegung ermöglicht ein langes Leben von Schienen und Rädern.

Eine umfassende Digitalisierungsstrategie und entsprechende Entwicklungswerkzeuge werden es in Zukunft ermöglichen, die Auswirkungen höherer Beanspruchungen auf das Rad/Schiene-System vorherzusagen und dadurch eine optimale Materialauswahl von Rad und Schiene treffen zu können.

F&E Methodik Schienenbereich

AC²T bietet unterschiedliche Wissens- und Gerätemodule für die gesamte Entwicklungskette im Bereich Schienenfahrwege an. Diese reichen von der Simulation über Rad/Schiene-Modelltests bis hin zu neuen Wartungskonzepten. Computerunterstützte Mehrkörper-Simulation (MKS) ermöglicht die Bestimmung der im Gleis vorherrschenden Beanspruchungsbedingungen im Rad/Schiene-Kontakt. Daraus ist es möglich, realitätsnahe Betriebsbedingungen für Rad/Schiene-Modelltests abzuleiten. Zur Vermeidung von aufwändigen und kostenintensiven Feldtests erfolgen diese Untersuchungen am Modelltest mit Fokus auf schädigungsrelevante Parameter für die Beanspruchungszonen unter Verwendung von Werkstoffproben aus Originalteilen der Räder und der Schienen. Das bei AC²T entwickelte Rad/Schiene-Tribometer ist mit umfassender Online-Mess-technik ausgestattet und ermöglicht u. a. die experimentelle Simulation unterschiedlicher Umgebungsbedingungen (Temperaturen von -20°C bis 70°C, Luftfeuchte, Sandeinfluss, etc.) und der Kontaktbedingungen, auch jener von unterschiedlichen Bogenradien im Schienenstrang.

Wirkungen und Effekte

Durch das verwendete Testprinzip – in Kombination mit der technischen Ausstattung (Tribometer) und dem Ablauf – können Rad/Schiene-Werkstoffkombinationen innerhalb von drei Tagen mit ca. 100.000 Überrollungen des Schienenkopfes charakterisiert werden, was einer Lebensdauer im Gleis von einigen Jahren entspricht. Die kurze Dauer der Modelltests reicht aus, um wesentliche gleisrelevante Schädigungsparameter, wie plastische Gefügeverformung, Verschleißwiderstand und Ermüdung mit guter Übertragbarkeit auf den Realbetrieb zu bestimmen. Durch die kombinierte Anwendung von FEM-Simulation und dem Rad/Schiene-Modellteststand lassen sich unterschiedliche neue Rad- bzw. Schienenwerkstoffe charakterisieren und in kürzester Zeit bezüglich der zu erwartenden Standzeit bewerten. Das verfügbare Testprinzip wird – neben Eisenbahnschienen – auch für hochbelastete Kranschienen-Systeme angewendet.

Links: Schematische Darstellung des Rad/Schiene-Kontakts im Simulationsmodell (Grafik: © AC²T research GmbH);
Rechts: Fotodokumentation des realen Rad/Schiene-Kontakts im Gleis (Foto: © ÖBB Infrastruktur AG)

Left: Schematic representation of the wheel/rail contact in the simulation model (Image: © AC²T research GmbH);
Right: Photo documentation of the real wheel/rail contact in the actual track (Photo: © ÖBB Infrastruktur AG)

Sustainability by optimal material selection

The appropriate rail laying strategy paves way for a longer lifetime of rails and wheels.

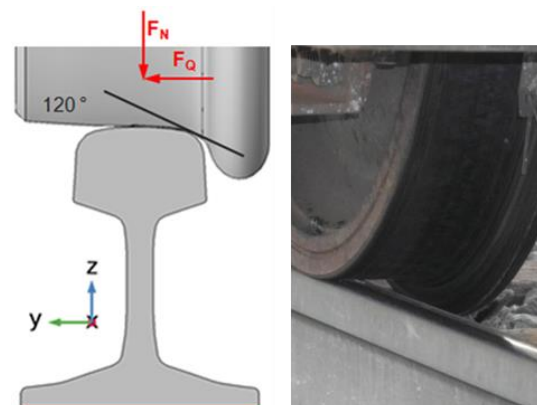
A comprehensive digitization strategy and corresponding development tools will make it possible in the future to predict the effects of higher loads on the wheel/rail system, and thus to make an optimal material selection for wheel and rail.

R&D methodology rail

AC²T offers various knowledge and equipment modules to cover the entire railway track development chain. These modules range from simulation and wheel/rail model tests to new maintenance concepts. Computer-aided multi-body simulation (MBS) can be used to determine the stress conditions prevailing in the track in wheel/rail contact. The realistic operating conditions derived from such methods can then be transferred to wheel/rail model tests. To avoid time-consuming and cost-intensive field tests, investigations are carried out on the model test with a focus on damage-relevant parameters for the stress zones using material samples carved out from real wheels and rails. The wheel/rail tribometer developed at AC²T is equipped with comprehensive online measurement technology and enables, among other things, the experimental simulation of different environmental conditions (temperatures from -20°C to 70°C, air humidity, sand, etc.) and the contact conditions, including those of different curve radii in the railway track.

Impacts and effects

The test principle used – in combination with the technical equipment (tribometer) and the procedure – enables the characterization of wheel/rail material combinations for approx. 100,000 passes of the wheel over the rail head, within just three days. This corresponds to a track lifetime of several years. The short duration of the model tests is sufficient to determine essential track-relevant damage parameters such as plastic deformation, wear resistance and fatigue with good transferability to real operation. The combined use of FEM simulation and the wheel/rail model test rig allows different new wheel and rail materials to be characterized and evaluated in the shortest possible time regarding the expected lifetime. In addition to railway track systems, the same test principle is used for highly loaded crane rail systems.

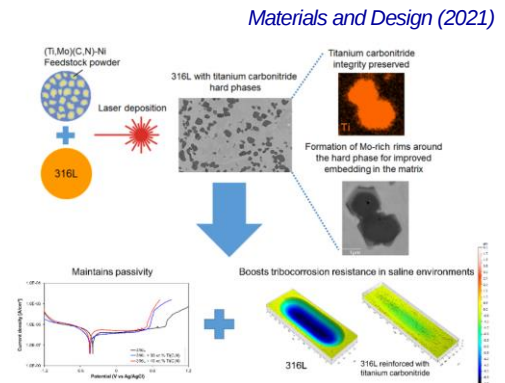


Highlighted publications

Fine grained titanium carbonitride reinforcements for laser deposition processes of 316L boost tribocorrosion resistance in marine environments

V. PEJAKOVIC, L.-M. BERGER, S. THIELE, H. ROJACZ, M. RODRIGUEZ RIPOLL

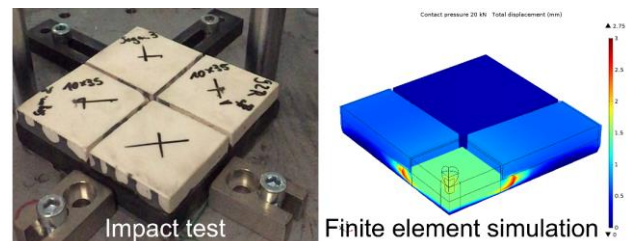
316L stainless steel has recently gained relevance as metal for additive manufacturing thanks to its high versatility in many laser deposition processes combined with its excellent mechanical and corrosion properties. However, its use in oil & gas, marine or biomedical applications is limited by its poor tribocorrosion performance since it is prone to wear-accelerated corrosion. On the quest for extending the applicability of 316L components deposited by laser processes to tribocorrosion applications, the present work develops 316L laser claddings reinforced with titanium carbonitride inclusions. An agglomerated and sintered (Ti,Mo)(C,N)-Ni powder was designed for preserving the chemical integrity of the hard phases during the laser deposition process. This results in 316L composites with homogeneously distributed titanium carbonitride reinforcements with a size ranging from sub-micrometre up to about 2 microns. These 316L composites improve the tribocorrosion performance in artificial seawater by over 10-fold in open circuit potential conditions and over 30-fold at an applied passive potential. The passivity of the 316L composites is maintained even though with a lower break down potential. These results highlight the enormous potential of 316L reinforced with titanium carbonitride deposited by laser processes for wear resistant components operating in saline environments.



Ceramic-rubber hybrid materials – a knowledge-based design concept

M. VARGA, M. HERR, L. WIDDER, L. DE CAMPOS, J. MERMAGEN

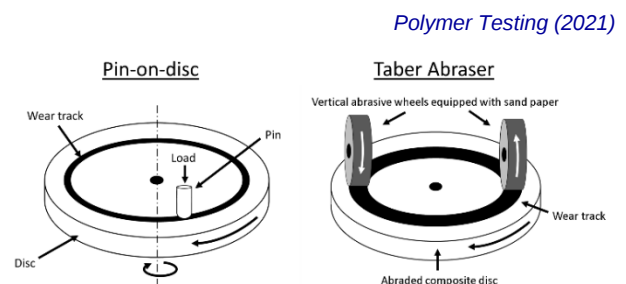
Many industrial applications require transportation of raw materials a process which is generally highly abrasive. At certain occasions, e.g., transfer between conveyor belts, additional impact cannot be avoided. Rubber-ceramic hybrid materials are a sustainable solution for such applications, as they combine the wear resistance of ceramics and the impact resistance of rubber. Here we present an approach to design an optimal ceramic-rubber hybrid for a given application. Thereto, mechanical characterisation at high strain rates – like parameters during impact incidents – were done by tension, compression and bending tests up to strain rates of 100 s^{-1} . On this basis numerical simulations were done by a time-explicit FEM-Code (LS-Dyna). In the simulation the ceramic size (shape, area, thickness) and the rubber (type and thickness) were varied. Thereafter, prototypes were built and impacted to confirm results of the numerical simulations. A purpose optimized impact resistance could be calculated with the simulation model and verified by the prototype tests. The area of the ceramic showed the largest influence on the stresses, but also the rubber thickness and type can substantially affect the occurring stresses. On this basis we give mathematical relations and practical recommendations to design ceramic-rubber hybrid plates for a given load.



The action of fillers in the enhancement of the tribological performance of epoxy composite coatings

B. JAKAB, I. PANAITESCU, N. GAMSJÄGER

The addition of reinforced material (polymer and mineral fillers) to epoxy resin matrices results in the improvement of the overall performance of the composite, allowing the application of these materials as tribo-materials in industrial applications. Enhancement of the tribological properties (low friction coefficient, increased wear resistance and non-stick properties) of epoxy coatings is done by embedding fillers with various particle sizes and with different filler volume fractions. The aim of this work is to determine the factors influencing the wear-reducing mechanisms of the fillers. This was done by wear tests carried out on a pin-on-disc apparatus and on a Taber Abraser device. A significant decrease in the wear rate was recorded with the formulations containing polymer fillers such as polytetrafluoroethylene (PTFE), polyethylene (PE) and fluorinated ethylene propylene (FEP), due to their self-lubricating nature. The particle size of silica (SiO_2) fillers was found to play a significant role, coarse particles reducing the wear rate due to the bond at the resin/filler interface. It was shown that not all fillers helped improving the wear resistance; the SiO_2 fillers with lower particle size had a negative effect on the wear resistance of the epoxy coating, by causing discontinuities in the material. The worn surfaces were analysed using light microscopy and scanning electron microscope (SEM), to help better understand the wear mechanisms involved.



FORSCHUNGSBEREICH 3

Nachhaltige Anwendung von Schmierstoffen

Die Vision im Forschungsbereich "Nachhaltige Anwendung von Schmierstoffen" 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 hier eine wichtige Rolle. Demgemäß können die Forschungsschwerpunkte so zusammengefasst werden:

- Verstehen der Schmierstoff- und Kraftstoff-Alterung in den relevanten Größenordnungen
 - ▲ Makrobereich: z. B. Schlamm, Ablagerungen
 - ▲ Mikrobereich: z. B. Ruß, Wasser
 - ▲ Kolloider und molekularer Bereich: z. B. Öloxidation, Additiv-Abbau
- Empfehlungen für Schmierstoff- und Kraftstoff-Formulierungen sowie Oberflächen einschließlich neuartiger Technologien, z. B. ionische Flüssigkeiten, Nanopartikel, „grüne“ Schmier- und Kraftstoffe
- Design verlässlicher Sensorsysteme für die Ölzustandsanalyse aufbauend auf Multi-Parameter Sensorarrays

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

- Motoröle und Kraftstoffe – Einfluss von Biokomponenten und der Kraftstoffqualität auf die Leistungsfähigkeit
- Industrieöle – Alterungsmechanismen und Ölsensoren
- Nachhaltige und innovative Schmierstoffe – ionische Flüssigkeiten und Nanopartikel



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 the research area "Sustainable Lubrication" is to measure, understand, and to control lubricant as well as fuel behaviour over time.

Alteration – which comprises all physical-chemical changes of bulk properties and additive surface interactions over time at application conditions – plays here an important role. Consequently, the main research activities can be summarised as follows:

- In-depth understanding of lubricant and fuel alteration in different scales
 - ▲ macro-scale: e. g., sludge, deposits
 - ▲ micro-scale: e. g., soot, water droplets
 - ▲ colloidal and molecular level: e. g., lubricant oxidation, additive depletion
- Recommending formulations of lubricants, fuels, and surfaces, also proposing novel technologies, e. g., ionic liquids, nanoparticles, "green" lubricants, and fuels
- Designing reliable oil condition monitoring sensor systems based on multi-parameter sensor arrays

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

- Engine oils and fuels – Impact of bio-components and fuel quality on engine performance
- Industrial lubricants – Alteration mechanisms and oil sensors
- Sustainable and innovative lubricants – ionic liquids and nanoparticles

„Versteckte“ Informationen zur Bewertung der Maschinengesundheit

Ein Data-Mining-Ansatz korreliert chemische Schmierstoffdaten mit der Maschinenperformance hinsichtlich Lebensdauer und Effizienz.

Echtzeit-Überwachung und Industrie 4.0 produzieren tagtäglich enorme Datenmengen aus zahlreichen analytischen und sensorischen Werkzeugen. Die multivariate Statistik hat Eingang in die Tribologie gefunden, um die konventionelle Datenauswertung zu unterstützen und das Erkennen "versteckter" Informationen zu erleichtern. Dies ist ein wertvolles Werkzeug, wenn ein Schmierstoff in der Anwendung hinsichtlich Additivverbrauch, Verschmutzung und Bildung von Abbauprodukten und darüber hinaus die Maschinenperformance bewertet werden soll. Beispielsweise halten Verschleißschutz-Additive den Maschinenverschleiß auf einem niedrigen Niveau und tragen somit zur Maschinengesundheit bei.

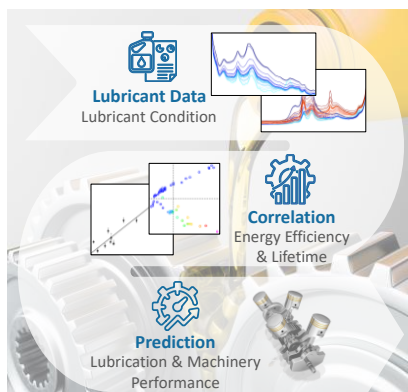
Daher wurde ein Data-Mining-Ansatz entwickelt, um wichtige Informationen und Zusammenhänge zwischen Schmierstoffchemie und Maschinenperformance zu gewinnen. Die chemische und tribometrische Charakterisierung von frischen, gebrauchten und künstlich veränderten Motorenölen wurde mit multivariaten Datenanalysemethoden ausgewertet.

Mit FTIR-Spektren (Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie) wurde der Zustand von im Labor künstlich veränderten Motorölen mit dem von aus Fahrzeugen gesammelten gebrauchten Motorölen verglichen. Daraus wurden empirische Modelle erstellt, um die Schmierungs- und Maschinenperformance aus dem Ölzustand vorherzusagen.

Wirkungen und Effekte

Data-Mining-Ansätze wurden zum Herstellen automatischer Zusammenhänge angewandt, um sofort zuverlässige Vorhersagen, z. B. zur Restlebensdauer, auf Basis von Schmierstoffdaten, hier mittels konventioneller Analytik und Sensoren, zu treffen.

Labor-Korrelationsmodelle werden mit den großen Datensätzen erstellt, um den Schmierstoffzustand mit der Schmierungs- und Maschinenperformance rasch und kostengünstig zu verknüpfen. Zusammenhänge, die für das "bloße Auge" auf den ersten Blick "versteckt" sind, werden so zugänglich und für die Vorhersage von relevantem Verhalten und daher der Maschinengesundheit ausgenutzt. Dies ermöglicht die vorausschauende Wartung in industriellen Anwendungen und unterstützt den nachhaltigen und ressourcen-schonenden Betrieb von geschmierten Maschinen.



Hidden info uncovered for machinery health

A data mining approach that correlates chemical data of lubricants with machinery performance in terms of lifetime and efficiency.

Every day, real-time maintenance, and industry 4.0 produce huge data from numerous analytical and sensorics tools in all industrial sectors. Multivariate statistics has entered the field of tribology to support conventional data evaluation as well as to facilitate the detection of additional – "hidden" – information. Such tools are highly valuable as lubricants are composed of a wide range of chemical components. During application lubricants suffer from additive consumption, contamination, and formation of degradation products. Altogether, these processes determine the usability of a lubricant. For example, the availability of anti-wear additives keeps machine wear at a low level and hence contribute to machinery health.

For this purpose, a data mining approach was developed to extract important information and associations between lubricant chemistry and machinery performance. Chemical and tribometrological characterization of fresh, used and artificially altered engine oils were evaluated using multivariate statistical methods.

FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy) spectra were used to compare the condition of engine oils that were artificially altered in the laboratory with those of used engine oils collected from vehicles. Next, empirical quantitative models were built from these associations to predict lubrication and machinery performance from oil condition.

Impact and effects

Data mining approaches such as the presented one are used to automatically reveal associations and immediately provide reliable predictions based on lubricant data, here measured by conventional and easy-to-obtain lubricant analytics and sensors.

Large data sets in the laboratory correlation models are created to link lubricant condition with lubrication and machinery performance in short time and at low costs. Coherences "hidden" for the "naked eye" on the first sight are made accessible and exploited for prediction of relevant behaviour and consequently machinery health. When using these additional tools in industrial applications, predictive maintenance can be established to support sustainability and resource-saving operation of lubricated machinery. This data mining approach makes trends visible on a quantitative level and enables reliable information, for example, forecast about remaining lifetime and performance of different lubricant formulations.

© AC2T research GmbH: Vorausschauende Wartung durch Korrelation von Schmierstoffdaten mit Schmierungs- und Maschinenperformance mit einem multivariaten Statistikmodell

© AC2T research GmbH: Predictive maintenance based on correlation of lubricant data with lubrication and machinery performance by a multivariate statistics model

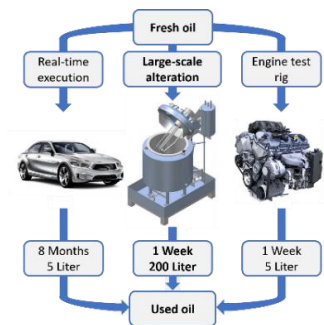
Highlighted publications

Production of used engine oils with defined degree of degradation in a large-scale device: correlation of artificially altered oils with field samples

A. AGOCS, S. BUDNYK, C. BESSER, A. RISTIĆ, M. FRAUSCHER, B. RONAI, N. DÖRR,

Lubricant degradation by additive depletion, contamination and build-up of degradation products deteriorates lubrication performance. It can be expected that engine oil degradation also has an impact on performance parameters. Engine development tends to higher power density, lower engine oil viscosity to optimize fuel efficiency, which heavily stress engine oils and thus demand increased oil performance. Correlations between engine oil degradation, friction and wear during an engine oil's lifetime are an asset in engine development towards performance, longevity and cost reduction. Here, physical-chemical and tribological properties of engine oils collected from passenger cars were determined. The results revealed the deterioration of friction (loss of fuel efficiency) and wear (increasing loss of material) depending on mileage. Defined used engine oils were produced by artificial alteration in a large-scale device and showed a very good correlation with the field samples.

Acta Technica Jaurinensis (2020)

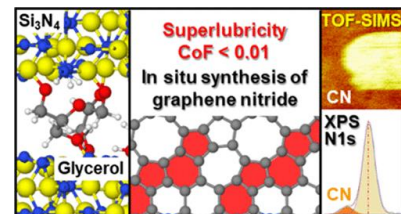


In-situ synthesis of graphene nitride nanolayers on glycerol-lubricated Si_3N_4 surfaces leads to superlubricity

Y. LONG, T. KUWAHARA, M.-I. DE BARROS BOUCHET, A. RISTIC, N. DÖRR, T. LUBRECHT, L. DUPUY, G. MORAS, J.M. MARTIN, M. MOSELER

The increasing demand for sustainable tribology has accelerated the development of environmentally friendly lubrication solutions such as water or water-related lubricants. Earlier works have reported on water-lubricated sliding of silicon nitride (Si_3N_4) at high speeds, which can result in a super-low friction ($\mu < 0.01$) owing to the formation of hydrodynamic water films on hydrophilic surface layers. Here, combined boundary-lubrication experiments at low sliding speeds and atomistic simulations reveal an alternative superlubricity mechanism for glycerol-lubricated Si_3N_4 . X-ray photoelectron and time-of-flight secondary ion mass spectrometry performed inside and outside the wear track as well as high-resolution mass spectrometry of the used lubricant strongly suggest that sub-nanometer-thick graphene nitride layers form at the very top of Si_3N_4 . In the accompanying atomistic simulations, glycerol molecules undergo tribochemical decomposition and react with surface-bound nitrogen atoms to form carbon nitrides. Further shearing promotes the formation of 2D graphene nitrides that passivate the ceramic surfaces and induce a super-low friction under boundary lubrication. Thus, glycerol-lubricated Si_3N_4 has a high potential for use in green superlubricity enabled by in situ synthesis of disordered graphene nitride species.

ACS Applied Nano Materials (2021)

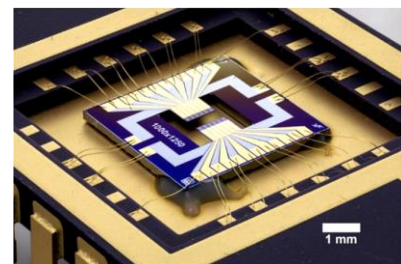


Novel resonant MEMS sensor for the detection of particles with dielectric properties in aged lubricating oils

F. PATOCKA, C. SCHNEIDHOFER, N. DÖRR, M. SCHNEIDER, U. SCHMID

We present a novel resonant MEMS sensor for the detection of particles with dielectric properties in liquid environments. The sensor consists of a piezoelectrically excited silicon microcantilever with integrated tailored electrodes on the surface that accumulate particles due to dielectrophoresis. By monitoring the mass-induced shift of the cantilever-related resonance frequency, the accumulated particle mass during the measurement cycle is deduced. We evaluated the mass-sensing performance by exposing the sensor to four artificially aged lubricating oils, thus, containing different particle concentrations due to the oxidative degradation of the oil constituents. The measured resonance frequency shift showed a clear correlation to the degree of oil oxidation and is used to determine the accumulated mass by applying an automated particle detection scheme. The measured mass responsivity and limit of detection are in the range of 13 Hz/ng and 3.5 ng, respectively. Compared to standard laboratory methods, such as infrared spectroscopy, the analysis of the sensor response with respect to the oil quality shows that even subtle changes of the oil condition can be detected. These results pave the way for online monitoring of oil degradation in industrial applications, such as needed for the condition-based and predictive maintenance of lubricated machinery.

Sensors and Actuators A (2020)



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 bis hin zum generellen Systemverhalten – mit einem aktiven Entwicklungsprozess für neue Tribodesign-Maßnahmen und Vorhersagen zu deren Effekte auf die Performance in realen Anwendungen.

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 zurückzuschließen. 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
- 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
- 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 to their overall effect on system behaviour – into an active process of developing novel tribodesign measures and predicting their 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
- Change point detection in time series data by advanced statistics
- Evaluation of multidimensional data by artificial intelligence
- Lab-2-Field development environment of tribosystems
- Hardware-in-the-Loop tribometer for realistic component testing

Ein «Machine-Learning»-Algorithmus zur Erkennung fehlerhaften Betriebsverhaltens

Beurteilung von reibzustandsbedingter Schallemission zur Betriebszustandsdiagnose an Gleitelementen.

Tribologische Untersuchungen des Reibungs- und Verschleißverhaltens dienen dazu, mittels geeigneter Labormodelle das Verhalten von maschinenbaulichen Systemen mechanisch-dynamisch zu simulieren und zu beurteilen. Dies sind z.B. Bauteile und Baugruppen in Produktionsanlagen oder Kraftfahrzeugen. Dabei können die auftretenden Verschleißmechanismen bzw. Reibungszustände, die u. U. zum Versagen des Bauteils führen, unter vereinfachten, definierten Bedingungen studiert und alternative Materialpaarungen und Schmierstoffe bewertet werden. Das Versagen von derartigen Bauteilen, wie Gleitbuchsen oder Gleitführungen, tritt in vielen Fällen abrupt und ohne offensichtlichen Auslöser auf. Ein solches Versagen kann die betroffenen Bauteile bzw. das übergeordnete System zerstören und somit zu langen Stillstandzeiten und hohen Kosten für Reparatur bzw. Instandsetzung führen und ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen.

Auf Basis einer geeigneten Analyse Methode, die in gemessenen Sensordaten Muster erkennt, die auf baldiges Material- bzw. Systemversagen hindeuten, lassen sich rechtzeitig Maßnahmen ergreifen, um die Zerstörung des betroffenen Bauteils zu verhindern. Neben einer Vielzahl anderer Sensoren, wurde für die projektspezifische Aufgabenstellung ein Präzisionsmikrofon verwendet, um den während der Laborversuche an selbstschmierenden „Gleitbuchsen“ (Gleitlagern aus Bronze im Kontakt mit einer axial-oszillierenden Stahlwelle) entstehenden Luftschall aufzunehmen. Die mit dem Mikrofon aufgenommenen Messsignale wurden zum Trainieren eines auf neuronalen Netzen basierenden „Machine-Learning“- Algorithmus verwendet, der Bereiche mit normalem von solchen mit fehlerhaftem Betriebsverhalten unterscheidet.

Schädigung einer Gleitbuchse durch Fressverschleiß
(Foto: © AC2T research GmbH)

Damage to a sliding bushing due to scuffing wear
(Image: © AC2T research GmbH)

Wirkungen und Effekte

Mit dem entwickelten Machine-Learning-Algorithmus kann mit hoher Treffsicherheit fehlerhaftes Betriebsverhalten auf Basis der Schallemission erkannt werden. Da eine simple Schallmessung verwendet wurde, stellt diese Herangehensweise eine einfache und kostengünstige Methode dar. Diese kann in einem weiteren Schritt zur Online-Fehlererkennung an Systemen im Praxiseinsatz weiterentwickelt werden.

Eine effektive Fehlererkennung während des Betriebs erlaubt es, eine gefährdete Anlage rechtzeitig abzuschalten bzw. Abhilfemaßnahmen zu ergreifen – beispielsweise das automatisierte Hinzufügen von Schmierstoff. Dadurch werden Schäden an den betroffenen Bauteilen oder -gruppen möglichst reduziert. Dies geht mit dem Potenzial einher Stillstandzeiten und Reparaturkosten als auch Sicherheitsrisiken erheblich zu reduzieren.

A «Machine-Learning» algorithm for the detection of abnormal operating behaviour

Assessment of friction-induced acoustic emission enables diagnosis of operating condition of sliding elements.

Tribological investigations serve to simulate and assess the behaviour of mechanical engineering systems mechanically and dynamically by means of suitable laboratory models. E.g., of components and assemblies in production plants or motor vehicles. Thereby the occurring wear mechanisms or friction conditions, which cause failure of the component, can be studied under simplified, defined conditions and alternative material pairings and lubricants can be evaluated. The failure of such components, for example journal bearings or guide rails, often occurs abruptly and without an obvious cause. Such a failure can destroy the components or the higher-level system and thus lead to long downtimes, high costs for repair or maintenance and constitute a safety risk.

Based on a suitable analysis method, measures can be taken in time to prevent such failures. This was done by pattern recognition in sensor data, indicating imminent material or system failure. In addition to a variety of other sensors, a precision microphone was used for the project-specific task in order to record the airborne sound generated during the laboratory tests on self-lubricating "sliding bushings". The signals recorded with the microphone were used to train a neural network-based machine learning (ML) algorithm, which distinguishes areas with normal from those with abnormal operating behaviour.



Impact and effects

With the developed Machine-Learning algorithm, we are now able to detect abnormal operating behaviour with a high degree of accuracy on the basis of the acoustic emission. Since only a microphone with corresponding measurement electronics is required, this approach represents a simple and cost-effective method. In a further step, this method can be extended for online detection on systems in practical use.

Effective failure detection during operation makes it possible to shut down a system at risk in time to prevent major damages or to take preventive action – for example, the automated addition of lubricant. In this way, damage to the affected components or aggregates can be kept to a minimum. This goes hand in hand with the potential to significantly reduce downtimes and repair costs as well as any safety risk in industrial plants.

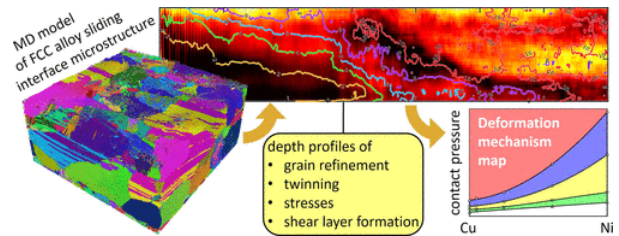
Highlighted publications

Unravelling and mapping the mechanisms for near-surface microstructure evolution in CuNi alloys under sliding

S. J. EDER, M. RODRÍGUEZ RIPOLL, U. CİHAĞ-BAYR, D. DINI, C. GACHOT

The origin of friction and wear in polycrystalline materials is intimately connected with their microstructural response to interfacial stresses. Although many mechanisms that govern microstructure evolution in sliding contacts are generally understood, it is still a challenge to ascertain which mechanisms matter under what conditions, which limits the development of tailor-made microstructures for reducing friction and wear. Here, we shed light on the circumstances that promote plastic deformation and surface damage by studying several face-centered cubic CuNi alloys subjected to sliding with molecular dynamics simulations featuring tens of millions of atoms. By analyzing the depth- and time-dependent evolution of the grain size, twinning, shear, and stresses in the aggregate, we derive a deformation mechanism map for CuNi alloys. We verify the predictions of this map against focused ion beam images of the near-surface regions of CuNi alloys that were experimentally subjected to similar loading conditions. Our results may serve as a tool for finding optimum material compositions within a specified operating range.

ACS Applied Materials & Interfaces (2020)

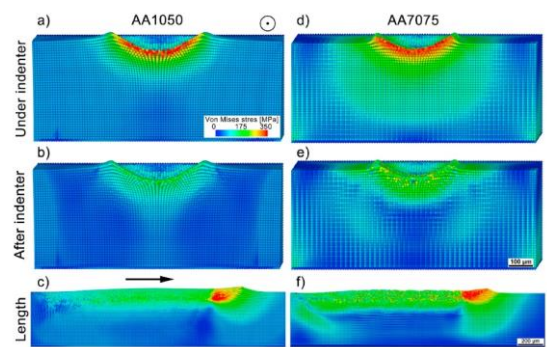


Scratching aluminium alloys – Modelling and experimental assessment of damage as function of the strain rate

M. VARGA, S. LEROCH, T. GROSS, H. ROJACZ, S.J. EDER, M. GRILLENBERGER, M. RODRÍGUEZ RIPOLL

Wear (2021)

State-of-the-art forming applications, machining, and wear processes generally involve large deformations under high speeds which are often limited to surface near zones. Hence, knowledge about a material's behaviour under such conditions is essential to understand wear or deformation. In this work, two techniques are combined to study the behaviour of two aluminium alloys in the high deformation regime: numerical simulations of a fundamental wear event (scratching) of the surface parametrized with data from high-speed compression test; and experimental scratch tests for comparison. Uniaxial compression tests until 200/s were used to identify the material parameters and revealed a high strain-rate dependence of AA1050, while it was negligible for AA7075. The strain rate behaviour was implemented in the numerical simulations using a viscoplastic constitutive model according to Johnson-Cook during high velocity scratch. The numerical simulations allow to get insight in the stress-distributions during scratching at high velocities. The low velocity scratch regime was covered via experimental scratch tests. The combination of scratch experiments and numerical simulations is a promising tool for capturing the behaviour and get detailed insight into material deformation at velocities not covered by conventional scratch testers.

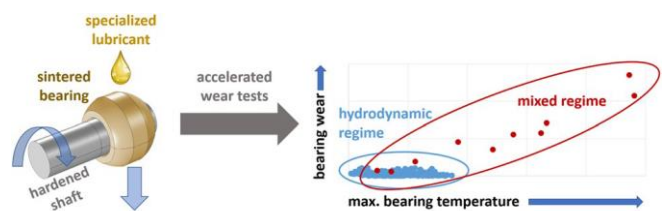


Identification of a material-lubricant pairing and operating conditions that lead to the failure of porous journal bearing systems

G. BOIDI, S. KRENN, S. J. EDER

Tribology Letters (2020)

In this study, we perform accelerated wear tests with porous journal bearings (PJBs) on a lab test rig, providing statistically reliable results under realistic operational conditions. To this end, a custom-made tribometer consisting of 5 mechanically independent but centrally controlled units was used to test five identical bearings in parallel. The test parameters were tuned to promote enough wear under mixed lubrication by increasing the clearance gap and the radial load, while minimizing the bidirectional rotational speed. A wide range of lubricant and material combinations were evaluated, the vast majority of which performed excellently (i.e., negligible wear and low friction). Only one notable combination of a low-density iron bearing paired with a standard PAO-based lubricant failed when operating at low rotational speeds, exhibiting highly unstable frictional behaviour and 10 to 20 times the typical wear in practical applications. An analysis of Stribeck curves, recorded periodically during the wear tests as a diagnostic tool, proved that this combination of materials and parameters failed to run in properly, with deteriorating tribological behaviour over time. A direct relation between the total wear and the maximum temperature in the tribocontact during testing helped identify this pairing as the only one operating solely under mixed lubrication (high asperity contact), explaining the excessive wear.



Laborgeräte

Laboratory 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



Technologien zur Werkstoff- & Oberflächengestaltung

Surface Processing & Design

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

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

Prall-Abrasion-Tribometer
Impeller Tumbler Tribometer

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

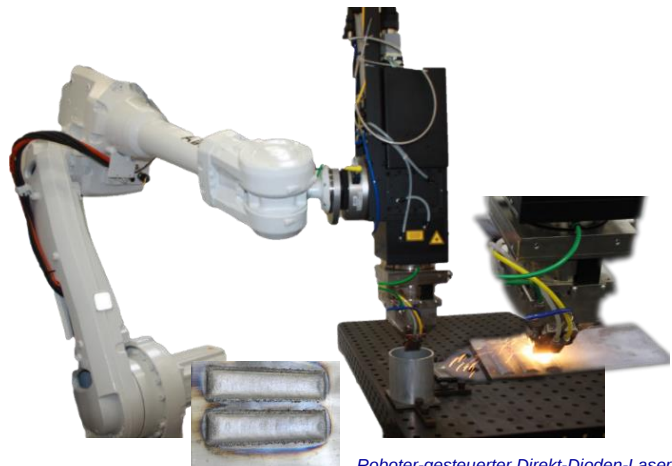
ASTM G65 Reibradprüfgerät mit ASTM B611
„Slurry“-Prüfeinheit
*ASTM G65 Dry Sand / Rubber Wheel Tester with ASTM B611
Slurry Unit*

Hochtemperatur-Reibradtester 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)



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

Werkstoffanalytik

Materials Analysis

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 Elektronenrückstreuung)

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)

Permabilitätsmessgerät (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

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)

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

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

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

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

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

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

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

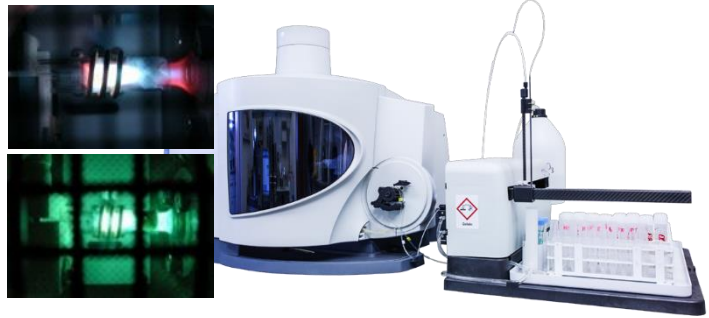
Apparat zur Bestimmung der Korrosionsschutzeigenschaften, ISO 7120
Device for the Determination of Rust-Preventing Characteristics, ISO 7120

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

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

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

Lubricants and Lubrication



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



Rheometer MCR302



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

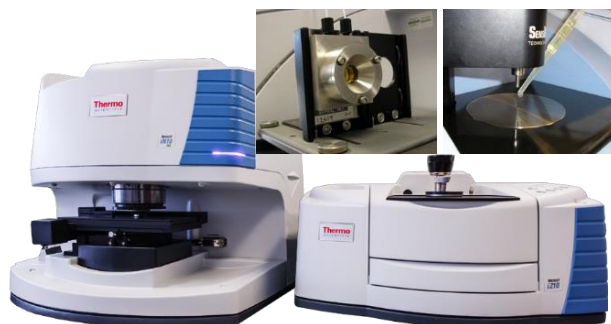
Luftabscheidevermögen, DIN 51381
Air Release Behaviour, DIN 51381

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

Advanced Chemical Analysis

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, Head-
 space für flüchtige Verbindungen, Gasaufgabesystem 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*



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

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)*

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-Photoelektronen-Spektrometer (XPS) in Reinraumumgebung (ISO 14644-4 Klasse 7)

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

Potentiostate zur Charakterisierung tribo-korrosiver und tribo-elektrochemischer Vorgänge

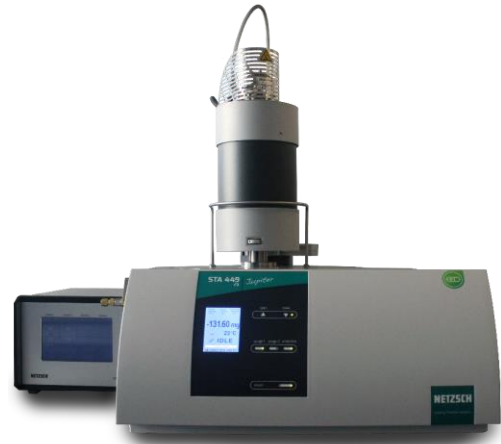
Potentiostats for Characterisation of Tribo-corrosive and Tribo-electrochemical Processes

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)

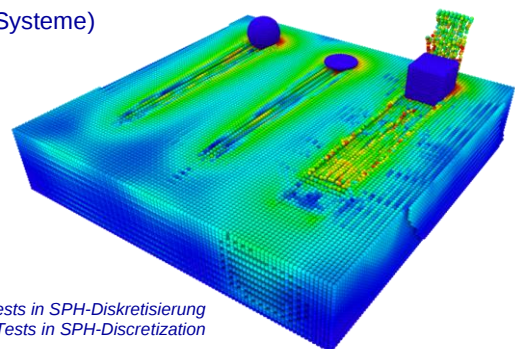
Ruby on Rails (Framework for Web-Applications)

R (zur statistischen Datenanalyse)

R (for statistical data analysis)



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



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

Tribologie-fokussierte Messtechnik

Metrology in Tribology

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)

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

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

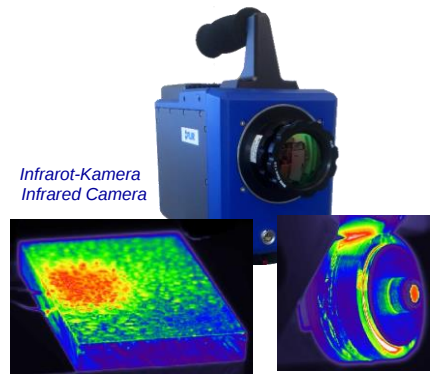
Fast Motion Camera System

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)



*Infrarot-Kamera
Infrared Camera*

*Echtzeitfähige Datenerfassung mit PXIe-1095
Real-time Data Acquisition with PXIe-1095*



Konstruktion & Prototyping

Engineering & 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

Publikationen

Publications

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

Jalikop S., Scheichl B., Eder S.J., Hönig S.: A new computational fluid dynamics model to optimize sucker rod pump operation and design, SPE Production & Operations, Paper Number: SPE-201285-PA, SPE, ISSN 086-055X, DOI 10.2118/201285-MS, 2021

Rudnytskyj A., Krenn S., Vorlaufer G., Gachot C.: Influence of the 6061 aluminium alloy thermo-viscoplastic behaviour on the load-area relation of a contact, Materials, Vol 14 Is 6, 13522, MDPI AG, ISSN 1996-1944, DOI 10.3390/ma14061352, 2021

Ma Z., Klimpel M., **Budnyk S.,** Rokicinska A., Kustrowski P., Dronsowski R., Mathew A.P., Budnyak T., Slabon A.: Combining electrocatalysts and biobased adsorbents for sustainable denitrification, Environmental Science & Technology, Vol 9 Is 10, p 3658–3667, DOI 10.1021/acssuschemeng.0c07807, 2021

Varga M., Herr M., Widder L., de Campos L.A., Mermagen J.: Ceramic-rubber hybrid materials – a knowledge-based design concept, Wear, 203735, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2021.203735, 2021

Glock A.-C.: Explaining a random forest with the difference of two ARIMA models in an industrial fault detection scenario, Procedia Computer Science, Vol 180, p 476-481, Elsevier B.V., ISSN 1877-0509, DOI 10.1016/j.procs.2021.01.360, 2021

Nyberg E., **Schneidhofer C., Pizarova L., Dörr N.,** Minami I.: Ionic liquids as performance ingredients in space lubricants, molecules, Vol 26, 1013, MDPI AG, ISSN 1420-3049, DOI 10.3390/molecules26041013, 2021

Varga M., Leroch S., Gross T., **Rojacz H., Eder S.J.,** Grillenberger M., **Rodriguez Ripoll M.**: Scratching aluminium alloys – Modelling and experimental assessment of damage as function of the strain rate, Wear, 203670, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2021.203670, 2021

Long Y., Kuwahara T., De Barros Bouchet M.-I., **Ristic A., Dörr N.,** Lubrecht T., Dupuy L., Moras G., Martin J. M., Moseler M.: In-situ synthesis of graphene nitride nanolayers on glycerol-lubricated Si₃N₄ surfaces leads to superlubricity, ACS Appl. Nano Mater., Vol 4 is 3, p 2721-2732, ACS Publications, ISSN 2574-0970, DOI 10.1021/acsanm.0c03362, 2021

Boidi G., Profito F., Kadiric A., Machado I.F., Dini D.: The use of powder metallurgy for promoting friction reduction under lubricated conditions, Tribol. Int., Vol 157, 106892, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2021.106892, 2021

Newrkla K., Spenger T., **Cihak-Bayr U.**: Systematic selection and evaluation of relevant surface roughness parameters for the characterisation of the innovative RPM Synchronous Grinding Process, Surf. Topogr.: Metrol. Prop., Vol 9, 095022, IOP Science, ISSN 2051-672X, DOI 10.1088/2051-672X/abdfb9, 2021

Grützmacher P.G., **Jalikop S.,** Gachot C., Rosenkranz A.: Thermocapillary lubricant migration on textured surfaces-a review of theoretical and experimental insights, Surf. Topogr.: Metrol. Prop., Vol 9 Is 1, 013001, IOP Science, ISSN 2051-672X, DOI 10.1088/2051-672X/abd07c, 2021

Boidi G., Grützmacher P.G., Kadiric A., Profito F., Machado I.F., Gachot C., Dini D.: Fast laser surface texturing of spherical samples to improve the frictional performance of elasto-hydrodynamic lubricated contacts, Friction, Springer Int., ISSN 2223770, DOI 10.1007/s40544-020-0462-4, 2021

Trausmuth A., Godor I., Grün F.: Phenomenological wear model of case-hardened 20MnCr5 under cyclic line rolling contact, Wear, Vol 470-471, 203607, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2020.203607, 2021

Posselt D., Adler M., Haberdas E.: Zuverlässiger Anlagenbetrieb durch anwendungsbezogene Ölauswahl für Kompressoren, Tribologie & Schmierungstechn., Vol 5-6 67. Jahrgang 2020, p 7-13, expert Verlag, ISSN 0724-3472, DOI 10.30419/TuS-2020-0023, 2020

Eder S.J., Grützmacher P.G., **Rodriguez Ripoll M.,** Dini D., Gachot C.: Effect of temperature on the deformation behaviour of copper nickel alloys under sliding, Materials, Vol 14 Is 1, p 60, MDPI AG, ISSN 1996-1944, DOI 10.3390/ma14010060, 2020

Thersleff T., Jenei I.-Z., **Budnyk S., Dörr N.,** Slabon A.: Soot nanoparticles generated from tribofilm decomposition under real engine conditions for identifying lubricant hazards, ACS Appl. Nano Mater., Vol 4 Is 1, p 220-228, ACS Publications, ISSN 2574-0970, DOI 10.1021/acsanm.0c02536, 2020

Kohlhauser B., Vladu C., Gachot C., **Rodriguez Ripoll M.,** Mayrhofer P.H.: Reactive in-situ formation and self-assembly of MoS₂ nanoflakes in carbon tribofilms for low friction, Mater. Des., Vol 199, 109427, Elsevier Ltd., ISSN 0261-3069, DOI 10.1016/j.matdes.2020.109427, 2020

Piatek J., Afyon S., Budnyak T., **Budnyk S.,** Sipponen M. H., Slabon A.: Sustainable Li-ion batteries: chemistry and recycling, Advanced Energy Materials, 2003456, Wiley-VCH, ISSN 1614-6840, DOI 10.1002/aenm.202003456, 2020

Pirker F., Toth I., Cihak-Bayr U., Grundtner R., Vernes A., Benedicto J., Spaltmann D., Gradt T., Alberdi A., Alonso I., Bayon R., Igartua A., Garcia A., Pagano F., Bravo I., Kogia M., Dykeman D., Liedtke S., Minami I., Nyberg E., Soivio K., Ronkainen H., Majaniemi S., Heino V., Gkagkas K., Mont L., Amigorena I.: Tribological characterisation services for materials – i-TRIBOMAT, Tribol. Schmierungstechn., Vol 5-6/2020, p 35-50, expert Verlag, ISSN 0724-3472, DOI 10.30419/TuS-2020-0026, 2020

Pauschitz A., Roy M.: Mechanical and friction properties of Mo-Se-C film at low load, *Surf. Coat. Technol.*, Vol 405, 126730, Elsevier B.V., ISSN 0257-8972, DOI 10.1016/j.surfcoat.2020.126730, 2020

Boidi G., Rodrigues da Silva M., Profito F., Machado I.F.: Using machine learning radial basis function (RBF) method for predicting lubricated friction on textured and porous surfaces, *Surface Topography: Metrology and Properties*, Vol 8, 044002, IOP Publishing Ltd., ISSN 2051-672X, DOI 10.1088/2051-672X/abae13, 2020

Eder S.J., Leroch S., Grützmaier P.G., Spenger T., Heckes H.: A multiscale simulation approach to grinding ferrous surfaces for process optimization, *International Journal of Mechanical Sciences*, Vol 194, 106186, Elsevier B.V., ISSN 0020-7403, DOI 10.1016/j.ijmecsci.2020.106186, 2020

Cihak-Bayr U., Jisa R., **Franek F.**: Wear protective effects of tribolayer formation for copper-based alloys in sliding contacts – alloy dependent sliding surfaces and their effects on wear and friction, *IntechOpen Online First, InTech*, DOI 10.5772/intechopen.94210, 2020

Boidi G., Krenn S., Eder S.J.: Identification of a material–lubricant pairing and operating conditions that lead to the failure of porous journal bearing systems, *Tribol. Lett.*, Vol 68, 108, Springer Verlag, ISSN 2075-4442, DOI 10.1007/s11249-020-01347-0, 2020

Eder S.J., Rodriguez Ripoll M., Cihak-Bayr U., Dini D., Gachot C.: MD simulations of FCC alloys under dry sliding yield a mechanism map for near-surface microstructural development, *Tribol. Schmierungstechn.*, Vol 4 67. Jahrgang 2020, p 38 - 39, expert Verlag, DOI 10.1021/acsami.0c09302, 2020

Rupetsov V., Dishliev S., Mishev G., **Franek F., Premauer M.**, Kolakleva I.: Research of tribological parameters of multilayer coating Ti/TiN/CrN-ml deposited on 1.2343 steel, *Bulgarian Chemical Communications*, Vol 52 Is 3, Bulgarian Academy of Sciences (BAS), ISSN 0324-1130, DOI 10.34049/bcc.52.3.5236, 2020

Koch T., Lackner M., **Pauschitz A.**, Roy M.: Nano-scratch response of DiamondLike Carbon film deposited by pulsed direct current magnetron sputtering, *IJSEIMS*, Vol 8 Is 2, IGI Global, DOI 10.4018/IJSEIMS.2020070102, 2020

Thersleff T., **Budnyk S., Drangai L.**, Slabon A.: Dissecting complex nanoparticle heterostructures via multimodal data fusion with aberration-corrected STEM spectroscopy, *Ultramicroscopy*, Vol 219, 113116, Elsevier B.V., ISSN 0304-3991, DOI 10.1016/j.ultramic.2020.113116, 2020

Velkavrh I., Ausserer F., Klien S., Voyer J., **Vorlaufer G.**, Abbrederis A.: Optimisation of a chuck for cardboard can seaming – Part 1: Surface engineering and tribological evaluation, *Ind. Lubr. Tribol.*, Vol 72 Is 8, p 987-993, Emerald Publishing Limited, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-02-2020-0064, 2020

Velkavrh I., Ausserer F., Klien S., Voyer J., **Vorlaufer G.**, Abbrederis A.: Optimisation of a chuck for cardboard can seaming – Part 2: Numerical modelling and statistical analyses, *Ind. Lubr. Tribol.*, Vol 72 Is 8, p 992-1000, Emerald Publishing Limited, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-02-2020-0065, 2020

de Bruin-Dickason. C., **Budnyk S.**, Platek J., Jenei I.-Z., Budnyak T., Slabon A.: Valorisation of used lithium-ion batteries into nanostructured catalysts for green hydrogen from boranes, *RCS Materials Advances*, Vol 1 Is 7, p 2279-2285, DOI 10.1039/D0MA00372G, ISSN 2196-7350, 2020

Patocka F., Schneidhofer C., Dörr N., Schneider M., Schmid U.: Novel resonant MEMS sensor for the detection of particles with dielectric properties in aged lubricating oils, *Sens. Actuators, B*, Vol 315, 112290, Elsevier B.V., ISSN 0925-4005, DOI 10.1016/j.sna.2020.112290, 2020

Onwumere J., Platek J., Budnyak T., Chen J., **Budnyk S.**, Zoheb K., Thersleff T., Kustrowski P., Mathew A.P., Slabon A.: CelluPhot: Hybrid Cellulose-Bismuth Oxybromide membrane for pollutant removal, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, Vol 12 Is 38, p 42891-42901, ACS Publications, ISSN 1944-8244, DOI 10.1021/acsami.0c12739, 2020

Grützmaier P.G., Gachot C., **Eder S.J.**: Visualization of microstructural mechanisms in nanocrystalline ferrite during grinding, *Mater. Des.*, Vol 195, 109053, Elsevier Ltd., ISSN 0261-3069, DOI 10.1016/j.matdes.2020.109053, 2020

Franek F., Dörr N., Badisch E., Pauschitz A.: Rethinking tribology – Tracking trends, their presence at the ECOTRIB 2019 conference, and their impact on tribology research in Austria, *Lubricants*, Vol 8, 0080, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants8080080, 2020

Schirru M., Adler M.: An ultrasonic rheometer to measure gas absorption in ionic liquids: design, calibration and testing, *Sensors*, Vol 20 Is 12, E 3544, MDPI AG, DOI 10.3390/s20123544, ISSN 1424-8220, 2020

Eder S.J., Rodriguez Ripoll M., Cihak-Bayr U., Dini D., Gachot C.: Unravelling and mapping the mechanisms for near-surface microstructure evolution in CuNi alloys under sliding, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, Vol 12 Is 28, p 32197 - 32208, ACS Publications, ISSN 1944-8244, DOI 10.1021/acsami.0c09302, 2020

Agocs A., Budnyk S., Besser C., Ristic A., Frauscher M., Ronai B., Dörr N.: Production of used engine oils with defined degree of degradation in a large-scale device: Correlation of artificially altered oils with field samples, *ACTA technica jaurinensis*, Vol 13, No 2, p 131-150, Széchenyi István University, Győr, ISSN 2064-5228, DOI 10.14513/actatechjaur.v13.n2.546, 2020

Anifa Mohamed Faruck A., Hsu C.-J., Dörr N., Weigand M., Gachot C.: How lubricant formulations and properties influence the performance of rotorcraft transmissions under loss of lubrication conditions, *Tribol. Int.*, Vol 151, 106390, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2020.106390, 2020

Stotter C., Bauer C., **Simlinger B., Rodriguez Ripoll M., Franek F.**, Klestil T., Nehrer S.: Biotribological testing and analysis of articular cartilage sliding against metal for implants, *J. Vis. Exp.*, Vol 159, e61304, ISSN 1940-087X, DOI 10.3791/61304, 2020

Hsu C.-J., Barrierro J., Merz R., Stratmann A., Aboufadi H., Kopnarski M., Mücklich F., Gachot C.: Revealing the interface nature of ZDDP tribofilm by X-ray photoelectron spectroscopy and atom probe tomography, *Ind. Lubr. Tribol.*, Vol 7 Is 7, Emerald Publishing Limited, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-01-2020-0035, 2020

lelchici C., Krenn S., Eder S.J.: A tribometer and methodology for wear and friction testing of porous journal bearings at elevated temperatures, *Ind. Lubr. Tribol.*, Emerald Publishing Limited, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-08-2019-0351, 2020

Kohlhauser B., Riedl H., Koller C., Paneta V., Kolozsvari S., Mayrhofer P.H.: How microalloying of the Al target can improve process and film characteristics of sputtered alumina, *Surf. Coat. Technol.*, Vol 393, 125762, Elsevier B.V., ISSN 0257-8972, DOI 10.1016/j.surfcoat.2020.125762, 2020

Martini A., **Eder S.J., Dörr N.:** Tribochemistry: A review of reactive molecular dynamics simulations, *Lubricants*, Vol 8 Is 4, p 44, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants8040044, 2020

Buchbeiträge

Book contributions

Long Y., De Barros Bouchet M.-I., **Ristic A., Dörr N., Martin J. M.:** Superlubricity of glycerol in the presence of graphene or graphite, in *Superlubricity*, 2nd edition, p 231-246, Elsevier B.V., ISBN: 978-0-444-64313-1, 2020

Cihak-Bayr U., Jisa R., Franek F.: Wear protective effects of tribolayer formation for copper-based alloys in sliding contacts – alloy dependent sliding surfaces and their effects on wear and friction, in *Tribology in Materials and Manufacturing - Wear, Friction and Lubrication*, ISBN 978-1-83880-575-3, DOI 10.5772/intechopen.87674, 2021

Konferenzbeiträge mit begutachteter Publikation

Conference papers with reviewed publication

Bitrus S., Velkavrh I., Rigger E.: Applying an adapted data mining methodology (DMME) to a tribological optimisation problem, *Data Science – Analytics and Applications*, p 38-43, Springer, DOI 10.1007/978-3-658-32182-6_7, 2021

Panaiteescu 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 product, *Mater. Sci. Forum*, Vol 1016, p 1003-1108, Trans Tech Pub., DOI 10.4028/www.scientific.net/msf.1016.1103, 2021

Jalikop S., Scheichl B., Eder S.J., Hönig S.: Computational fluid dynamics model to improve sucker rod pump operating mode, *OnePetro*, SPE-201285-MS, Society of Petroleum Engineers, DOI 10.2118/201285-MS, 2020

Konferenzbeiträge

Conference Papers

Minami I., Yamazaki T., **Dörr N., Igartua A., Pagano F.:** In depth mechanism for dissociation of carbon – fluorine covalent bond in synthetic lubricants, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Spaltmann D., **Grundtner R., Alberdi A., Nyberg E., Vuokko H., Kröll M.:** Trusted qualification – on the need for procedures to harmonize tribological testing, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Frauscher M., Agocs A., Budnyk S., Ristic A., Dörr N.: Lab to field: Bridging the gap between bench and engine, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Pirker F., Toth I.: Digital services and digital business models in tribology – tribology 4.0, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Frauscher M., Schneider A., Kolbas D., Dörr N., Budnyk S., Novotny-Farkas F.: Friction and wear performance of used and artificially altered hydraulic oils, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Gkagkas K., **Pirker F., Vernes A.:** Frictional losses in internal combustion engines, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Alberdi A., Spaltmann D., **Pirker F., Minami I., Heino V., Pagano F., Kröll M., Cihak-Bayr U., Nyberg E.:** Catalogue of services for European industry provided by the OITB i-TRIBOMAT, video-presentation youtube, program, LUBMAT 2020, Bilbao (ES), online, 2020

Trausmuth A., Schmid R., Rodriguez Ripoll M., Badisch E.: Influence of heat treatment and surface condition on early-damaging of rail materials, *K-TRIB2020*, online, 2020

Glock A.-C.: Explaining a random forest with the difference of two ARIMA models in an industrial fault detection scenario, *ISM 2020 Abstract Booklet*, ISM 2020, online, 2020

Eder R.M., Frauscher M., Franz R.: Evaluation of sustainable and safe lubricants from plant-feedstocks, book of abstracts, *ELLS 2020*, online, 2020

Maj M., Grundtner R., Kirchgaßner M., Varga M.: Monitoring des Verschleißzustandes von Rollenpressen in der Zementindustrie, *ÖTG - Homepage*, ÖTG 2020, Wiener Neustadt, online, 2020

Agocs A., Nagy A.L., Perger J., Rohde-Brandenburger J., Ronai B., Besser C., Dörr N.: Feldstudie über die Motoröl-Alterung in Personenkraftwagen, *ÖTG - Homepage*, ÖTG 2020, Wiener Neustadt, online, 2020

Bäse M., **Lebel A., Franz R., Prost J.:** Analytische Bewertung von Verschleißmechanismen in nasslaufenden Fahrzeugkupplungen unter Verwendung von ToF-SIMS und LC-MS Methoden, *ÖTG - Homepage*, ÖTG 2020, Wiener Neustadt, online, 2020

Fleisch R., Bitrus S., Rigger E., Velkavrh I., Voyer J.: Entwicklung einer intelligenten Plattform zur effizienten Überwachung und Optimierung tribologischer Systeme, *ÖTG - Homepage*, ÖTG 2020, Wiener Neustadt, online, 2020

Kirchgaßner M., Kirchmayer R., **Katsich C., Rojacz H.:** Vorteile und Einschränkungen der Verwendung komplex legierter Hartauftragungen bei der industriellen Verschleißbekämpfung, *ÖTG - Homepage*, ÖTG 2020, Wiener Neustadt, online, 2020

Gamsjäger N., **Jakab B.:** Funktionelle Walzenoberflächen in der Papierindustrie, *ÖTG - Homepage*, ÖTG 2020, Wiener Neustadt, online, 2020

Boidi G., Grützmaier P.G., Kadiric A., Machado I.F., Gachot C.: Improving the frictional performance of elasto-hydrodynamic lubricated contacts by applying fast laser surface texturing of spherical samples, Program + Abstracts, Tribo Frontiers Conf. 2020, Cleveland, Ohio (US), online, 2020

Rodriguez Ripoll M., Kohlhauser B., Spiller S., Gachot C.: Simultaneous in-situ formation of MoS₂ and carbon-containing tribofilms, Program + Abstracts, Tribo Frontiers Conf. 2020, online, 2020

Trausmuth A., Schneidhofer C., Dörr N.: Nano-based lubricants for the use in horse head pumps in the oil field, Tribodays 2020, online, Lulea (SE), 2020

Jalikop S., Scheichl B., Hönig S., Eder S.J.: Computational fluid dynamics model to improve sucker rod pump operating mode, online presentation, SPE Annual Technical Conference 2020, Denver (US), online, 2020

Rojacz H., Premauer M., Nevosad A.: Graphit in randscharfen Einbettmitteln und dessen Einfluss auf die Qualität von EBSD-Messungen von dünnen Oberflächen, Metallographie-Tagung 2020, Saarbrücken (DE), online, 2020

Süß M., Voyer J., Klien S., Ausserer F., Velkavrh I., Schachtschneider P.: Tribologische Optimierung einer Gleitlagerpaarung mittels Modellversuchs: Ein Anwendungsbeispiel aus der Industrie, Tagungsband, GfT 2020 Online-Tagung, Göttingen (DE), 2020

Rodriguez Ripoll M., Trausmuth A., Schoberleitner C., Badisch E.: Corrosion and tribocorrosion performance of wear resistant coatings in CO₂ anoxic environments, virtual presentation, virtual EUROCORR 2020, Brussels (BE), online, 2020

Pejakovic V., Berger L.M., Rojacz H., Rodriguez Ripoll M.: Tribocorrosion of 316L laser claddings reinforced with sub-micrometer TiC in artificial seawater, virtual presentation, virtual EUROCORR 2020, Brussels (BE), online, 2020

Glechner T., Kirnbauer A., Tomastik C., Badisch E., Polcik P., Mayrhofer P.H., Riedl H.: Controlling structure and morphology of WC based thin films, abstracts, poster digital, PSE Plasma Surface Engineering 2020, Erfurt (DE), online, 2020

Bitrus S., Velkavrh I., Rigger E.: Applying an Adapted Data Mining Methodology (DMME) to a tribological optimisation problem, book of abstracts, iDSC 2020 - Onlinetagung, Dornbirn (AT), 2020

Öffentlichkeitsarbeit

Public Awareness

Adler M., Kastl R.: Water lubricated propulsion systems for watercraft, tecnet / accent Innovation Award 2020 - Poster, ecoPlus, Wiener Neustadt (AT), 2021

Schirru M., Budnyk S.: Ultrasonic shielding device for respiratory and skin protection against aerosol and particulate, 1. Preis tecnet / accent Innovation Award 2020 - Poster, ecoPlus, Wiener Neustadt (AT), 2021

N. N.: Internet of Things - Das Europäische Tribologiezentrum, New Business, New Business Verlag GmbH, Wien (AT), 2021

Dörr N.: Mitteilungen der ÖTG - ÖTG-Symposium am 19. November 2020, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 3/2020 67. Jahrgang, p 63, expert Verlag, 2020

Maj M., Grundtner R., Varga M.: Reliable operation of process-critical plants by in-situ condition monitoring, Innovationspreis NÖ - Ausstellung, Anerkennungsurkunde, Grafenegg (AT), 2020

N. N.: 2.000 Euro für Start-Up - Auszeichnung - Firma aus Wiener Neustadt mit 3. Platz bei RIZ-GENIUS Ideen- und Gründerpreis, NÖN / Wr. Neustädter Zeitung, Wiener Neustadt (AT), 2020

Rais M.: L'Ingegnere sardo e quei brevetti per i viaggi spaziali - Schirru Michele (The Sardinian engineer and those patents for space travel), L'Unione Sarda, Sardinien (IT), 2020

Schirru M.: Intelligente Lager für Fahrzeuge und Maschinen, 3. Preis RIZ-GENIUS Ideen + Gründerpreis, Wien (AT), 2020

Franek F.: Mitteilungen der ÖTG - Ankündigung ÖTG-Symposium 2020 vor Ort & online, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 4/2020 67. Jahrgang, p 58-59, expert Verlag, 2020

Rodriguez Ripoll M.: Mitteilungen der ÖTG - Reibungsreduzierungen durch Laserbeschichtungen, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 4/2020 67. Jahrgang, p 57, expert Verlag, 2020

Sachs G.: Der Sensor erkennt's zuerst - Jungforscher Matthias Maj im Porträt, Chemiereport 2020.6, p 56, 2020

N. N.: Die Schmierstoff-Expertin - Marcella Frauscher, FACTORY, WEKA-Verlag, 2020

N. N.: Decoding material wear with supercomputers, Primeur Weekly! Magazin - online, 2020

N. N.: Simulierter Verschleiß - Computersimulationen zeigen Verschleiß und Reibung realer Werkstoffe auf atomarer Ebene, pro-physik.de - Das Physikportal - online, 2020

N. N.: Revolutionäre neue Methoden für die Materialwissenschaft, Chemie.de - online, 2020

N. N.: Revolutionäre neue Methoden für die Materialwissenschaft, analytica-world.com - online, 2020

N. N.: Supercomputer entschlüsseln Materialverschleiß, APA - Natur und Technik - online, 2020

N. N.: Decoding material wear with supercomputers, Phys.org - online, 2020

N. N.: Supercomputer entschlüsseln Materialverschleiß, innovations report - online, 2020

N. N.: Decoding material wear with supercomputers, Scienmag: Latest Science and Health News - online, 2020

N. N.: Decoding material wear with supercomputers, AlphaGalileo - online, 2020

N. N.: Decoding material wear with supercomputers, EurekaAlert! - online, 2020

N. N.: Mitteilungen der ÖTG: Ankündigung ÖTG-Symposium 2020 – 19.11.2020, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 5-6/2020 67. Jahrgang, p 77, expert Verlag, 2020

Frauscher M., Dörr N.: Mitteilungen der ÖTG - Testöle mit definiertem Gebrauchzustand, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 3/2020 67. Jahrgang, p 6, expert Verlag, 2020

N. N.: Mitteilungen der ÖTG - ÖTG-Symposium 2019 - 21.11.2019, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 3/2020 67. Jahrgang, p 60, expert Verlag, 2020

N. N.: Mitteilungen der ÖTG - Verleihung der venia docendi an Dr. Nicole Dörr - 20.01.2020, Tribologie & Schmierungstechnik, Vol 3/2020 67. Jahrgang, p 62, expert Verlag, 2020

N. N.: Exzellenzzentrum für Tribologie: Startschuss für weitere acht Jahre Forschungstätigkeit, Amtsblatt Wiener Neustadt, Wiener Neustadt (AT), 2020

Dissertationen (abgeschlossen)

PhD Theses (finished)

Neunteufel M.: Mixed finite element methods for nonlinear continuum mechanics and shells, Dissertation, Wien (AT), 2021

Simlinger B.: Biotribological behaviour of partial implants, Dissertation, Krems (AT), 2020

Dissertationen (in Arbeit)

PhD Theses (in progress)

Pichler J.: Formulierung eines grünen Schmierstoffes, Dissertation, Wien (AT)

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

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

Trubrig T.: Reduktion von Anhaftungen in der Gleitförderung, Dissertation, Linz (AT)

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

Kargaran S.: Transfer Learning of Multidimensional Data, Dissertation, Linz (AT)

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

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

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

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

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

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

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

Kretschmer A.: High entropy stabilized nitride-based coatings, Dissertation, Wien (AT)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Diplom-/Masterarbeiten (abgeschlossen)

Diploma/Master Theses (finished)

Piovesan A.S.: Avaliacao da espessura de filme lubrificatne atraves de sensores pieoeletricos, Master Thesis, Rio Grande (BR), 2021

Koschatzky K.: Untersuchung der Schichtbildung auf Cu-basierten Schleifringen im tribologischen Kontakt mit Kohlebürsten, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Muhr B.: Konstruktion eines Hochleistungslaserschweißkopfs mittels additiver Fertigungstechnologie für die Beschichtung von verschleißfesten Oberflächen, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2020

Buchner F.: Load dependence of the ab-initio real contact area, Master Thesis, Wien (AT), 2020

Resl J.: Surface SHG in an Electrochemical Environment, Master Thesis, Linz (AT), 2020

Gobrial M.: Variationelle Ungleichungen, Kontaktprobleme, Signorini Problem, Finite Elemente Approximation, Master Thesis, Linz (AT), 2020

Glock A.-C.: Detection of anomalous events in a continuously recorded wear signal, Master Thesis, Hagenberg (AT), 2020

Nemeth C.: High temperature tribological evaluation of a self-lubricating laser cladding with and without external solid lubricant, Master Thesis, Lulea (SE), 2020

Krzyzanowski L.: Slot die coating: theoretical prediction of film properties, Master Thesis, Wien (AT), 2020

Wagner F.: Functional regression in tribology - An application of methods of functional regression for a comprehensive evaluation of tribometrical data, Master Thesis, Wien (AT), 2020

Posch Gy.: Microstructural evolution in dry and lubricated CuNi sliding contacts – an experimental approach, Master Thesis, Wien (AT), 2020

Diplom-/Masterarbeiten (in Arbeit)

Diploma/Master Theses (in progress)

Rojacz H.: Environmental impact of hot corrosion prevention in steel production, Master Thesis, Pinkafeld (AT), 2021

Frieß J.: Identification of the system dynamics of the PoD and simulation, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2021

Seidl V.: Modellierung der Entstehung und Abtragung von Triboschichten in Reibprozessen, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2021

Stadlmair P.: Auswirkungen der chemischen Zusammensetzung unterschiedlicher Schienenkopfkonditioniermittel, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Ielchici C.: Prerequisites regarding numerical modelling and implementation of a Hardware-in-the-Loop based relay test environment, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2021

Vattappillil B.: Langzeitstabilität eines Hochlasttribometers, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2021

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

Stelzl J.: Tribocorrosion of Mg, Master Thesis, Wien (AT), 2021

Reif J.: Second harmonic generation for analyzing the electrochemical surface, Master Thesis, Linz (AT), 2021

Zeba L.: Topographiemessungen mit AFM an technisch-rauen Oberflächen, Master Thesis, Linz (AT), 2021

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

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

Göschl C.: Onlinemessung der Spurbreiten bei Schienen, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2021

Zechner S.: Einfluss von Schienenkopfkonditionierungsmittel auf den Rad-Schienen-Reibbeiwert und die Bremslänge mittels Modelltests und Full-Scale-Tests (Rad-Schiene-Teststand) – Verifizierung mit Feldtests, Master Thesis, Wiener Neustadt (AT), 2021

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

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

Patentanmeldungen

Patent Applications

Schirru M., Tatzgern F., Varga M.: Vorrichtung zur Bestimmung chemisch-physikalischer Eigenschaften in einem tribologischen System, Patentanmeldung, Wien (AT), Anmeldenr. A 50205/2021, 2021

Schirru M., Grundtner R., Varga M.: Vorrichtung zur in-situ-Bestimmung der Veränderung der Wanddicke einer rohrförmigen Komponente, Patentanmeldung, Wien (AT), Anmeldenr. A 50143/2021, 2021

Schirru M., Budnyk S.: Hocheffektive akustische Abschirmvorrichtung für Aerosole im Hinblick auf Atem- und Hautschutz, Patentanmeldung, Wien (AT), Anmeldenr. A50970/2020, 2020

Schirru M.: Triboakustischer Sensor, dessen Herstellverfahren, Messverfahren und Verwendung, Patentanmeldung, Wien (AT), Anmeldenr. A 50503/2020, 2020

Schutzmarken (seit 2002)

Trade Marks (since 2002)

„AC²T“-Registrierungsbestätigung, Rg.-Nr. 208487, AM 6345/2002, Österreichisches Patentamt, Wien, (A), 18.02.2003, 2003.



Finanzbericht



Financial Report

Bilanz zum 31.03.2021
Balance Sheet as per 31.03.2021

	31.03.2021	31.03.2020
	in € gerundet	in 1000 € gerundet
A K T I V A / A S S E T S		
A. ANLAGEVERMÖGEN / FIXED ASSETS	2.404.291	2.344
I. Immaterielle Vermögensgegenstände / <i>Intangible assets</i>	18.501	21
1. Datenverarbeitungsprogramme / <i>Software</i>	18.501	21
II. Sachanlagen / <i>Tangible assets</i>	2.239.950	2.186
1. Technische Anlagen und Maschinen / <i>Technical equipment and machinery</i>	1957.961	1871
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung / <i>Other assets, tools and equipment</i>	37.261	44
3. Geleistete Anzahlungen - Anlagen in Bau / <i>Down payments made, assets under construction</i>	244.727	271
III. Finanzanlagen / <i>Financial assets</i>	145.840	137
1. Anteile an verbundenen Unternehmen / <i>Shares in affiliated companies</i>	49.900	50
2. Wertpapiere des Anlagevermögens / <i>Long-term securities</i>	95.940	87
B. UMLAUFVERMÖGEN / CURRENT ASSETS	4.736.633	4.923
I. Vorräte / <i>Inventories</i>	166.366	105
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe / <i>Operating supplies</i>	94.366	85
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen / <i>Services not yet chargeable</i>	72.000	20
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände / <i>Receivables and other assets</i>	1614.222	4.013
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade receivables</i>	553.398	415
2. Sonstige Forderungen / <i>Other receivables</i>	1060.825	3.597
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>	2.956.045	805
C. AKTIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED CHARGES AND PREPAID EXPENSES	25.845	20
D. AKTIVE LATENTE STEUERN / DEFERRED TAXES	15.379	15
S u m m e A K T I V A / T o t a l A S S E T S	7.182.147	7.302
P A S S I V A / L I A B I L I T I E S		
A. EIGENKAPITAL / CAPITAL AND RESERVES	3.512.908	4.091
I. Nennkapital / <i>Nominal capital</i>	100.000	100
1. Stammeinlage / <i>Share capital</i>	100.000	100
II. Bilanzgewinn / <i>Net profit</i>	3.412.908	3.991
1. Gewinnvortrag / <i>Profit carried forward</i>	3.990.776	3.149
2. Jahresergebnis / <i>Annual result</i>	-577.868	842
B. INVESTITIONSZUSCHÜSSE / INVEST FUNDINGS	4.603	0
C. RÜCKSTELLUNGEN / RESERVES	722.741	1.374
1. Pensionsrückstellungen / <i>Reserves for pension</i>	97.392	86
2. Sonstige Rückstellungen / <i>Other reserves</i>	625.349	1288
D. VERBINDLICHKEITEN / LIABILITIES	2.932.387	1.837
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten / <i>Liabilities to banks</i>	0	0
2. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen / <i>Advanced payment received on orders</i>	1699.697	729
3. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade accounts payable</i>	780.022	529
4. Sonstige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	452.668	579
a) aus Steuern / <i>For taxes</i>	11543	13
b) im Rahmen der sozialen Sicherheit / <i>For social security</i>	152.200	169
c) Übrige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	288.926	397
E. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED LIABILITIES	9.508	0
S u m m e P A S S I V A / T o t a l L I A B I L I T I E S	7.182.147	7.302

Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2020 - 31.03.2021)
Income Statement (01.04.2020 – 31.03.2021)

	01.04.2020 - 31.03.2021 in € gerundet	01.04.2019 - 31.03.2020 in 1000 € gerundet
1 Umsatzerlöse / Revenues	10.335.589	14.225
a Erlöse / Sales revenues	1118.858	10.532
b Erlösaufgrenzung / Accrual of revenues	-783.269	3.693
2 Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen / Changes in services not yet invoiced	29.430	-49
3 Andere aktivierte Eigenleistungen / Company-produced additions to plant and equipment	83.947	132
4 Sonstige betriebliche Erträge / Other operating income	1.563.571	1.033
a Erträge aus Abgang Anlagevermögen / Income from disposal of fixed assets	884	1
b Auflösung von Rückstellungen / Release of provisions	645.000	1
c Sonstige / Others	917.687	1031
5 Herstellungskosten / Costs of materials and purchased services	-3.321.189	-5.191
a Materialaufwand / Material	-304.976	-360
b Aufwendungen für bezogene Leistungen / Purchased services	-3.016.213	-4.831
6 Personalaufwand / Personnel expenses	-7.184.141	-7.144
a Gehälter / Salaries	-5.557.871	-5.539
b Aufwendungen für Mitarbeitervorsorge / Expenses for employee preparedness	-85.414	-83
c Aufwendungen für Altersvorsorge / Expenses for retirement provision	-10.523	-7
d Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben, entgeltabhängige Abgaben und Pflichtbeiträge / Social security contributions, salary related duties and compulsory contributions	-1517.655	-1497
e freiwillige und sonstige soziale Aufwendungen / voluntary and other social expenses	-12.678	-18
7 Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen / Depreciation and amortisation	-759.558	-720
8 Sonstige betriebliche Aufwendungen / Other operating expenses	-1.336.968	-1.443
9 Betriebsergebnis / Operating Income	-589.319	842
10 Erträge aus Beteiligungen / Income from Investments	12.475	0
11 Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge / Interest and similar income	67	2
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	12.542	2
14 Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit / Earning before tax	-576.777	844
15 Steuern vom Einkommen und vom Ertrag / Total taxes on income	-1091	-2
16 Jahresergebnis / Net Result of the Year	-577.868	842
17 Gewinnvortrag aus dem Vorjahr / Profit carried forward from the previous year	3.990.776	3.149
18 Bilanzgewinn / Profit	3.412.908	3.991

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 und eine Fortführung des Unternehmens unterstellt.

Für die Gewinn- und Verlustrechnung wurde das Gesamtkostenverfahren angewendet. Im Interesse einer klaren Darstellung wurden in der Bilanz und in der Gewinn- und Verlustrechnung einzelne Posten zusammengefasst, bzw. sind Posten im Anhang gesondert dargestellt. Dem Vorsichtsprinzip wurde dadurch Rechnung getragen, dass nur die am Abschlussstichtag realisierten Gewinne ausgewiesen wurden. 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 immateriellen 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) wird für Zugänge des ersten Halbjahres die volle Jahresabschreibung, für Zugänge des zweiten Halbjahres die halbe Jahresabschreibung, angesetzt.

Finanzanlagevermögen

Finanzanlagen wurden zu Anschaffungskosten angesetzt, so fern 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 1,25 % (Vorjahr: 1,70 %) 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 bei der Generali Versicherungen AG und wurde in dem Posten „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	553.398 VJ: 415.430	0 VJ: 0	553.398 VJ: 415.430
Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstand	1.052.771 VJ: 3.589.182	8.053 VJ: 8.053	1.060.824 VJ: 3.597.235
Summe	1.606.169 VJ: 4.004.612	8.053 VJ: 8.053	1.614.222 VJ: 4.012.665

Unter dem Posten „Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände“ sind Erträge in der Höhe von € 1.047.708,00 (Vorjahr: € 3.344.083,63) enthalten, welche erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 3 UGB). Im Wesentlichen handelt es sich um Fördermittelabgrenzungen.

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 31.03.2021	Passiv 31.03.2021	Aktiv 31.03.2020	Passiv 31.03.2020	Bewegungen 2020/2021
Rückstellung für Pensionen	61.515	0	58.879	0	2.635,00
Summe Unterschiedsbeträge	61.515	0	58.879	0	
Aktive (+) / passive (-) latente Steuerabgrenzung 25 %	15.379	0	14.720	0	659

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 01.04.2020	Verwendung	Auflösung	Zuweisung	Stand 31.03.2021
Rückstellung für Jahresabschluss	7.300	7.300	0	7.850	7.850
Rückstellung für drohende Verluste	0	0	0	15.560	15.560
Rückstellung für noch nicht konsumierte Urlaube	307.290	307.290	0	312.129	312.129
Rückstellung für sonstige Personalverpflichtungen	21.503	21.503	0	56.302	56.302
Rückstellungen für anteilige Sonderzahlungen	241.761	241.761	0	228.601	228.601
Prämien	60.000	60.000	0	0	0
Sonstige Rückstellungen	650.000	5.000	645.000	4.906	4.906
Summe	1.287.854	642.854	645.000	625.349	625.349

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

4. Verbindlichkeiten

Unter dem Posten „Sonstige Verbindlichkeiten“ sind Aufwendungen in der Höhe von € 418.480,67 (Vorjahr: € 500.389,42) enthalten, die erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 6 UGB). Im Wesentlichen handelt es sich um Sicherungsbeiträge für Sachleistungen in Höhe von T€ 235 (VJ: T€ 300) und Gehaltsabgaben in Höhe von T€ 164 (VJ: T€ 181).

Unter dem Posten „Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen“ sind Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht, in Höhe von € 57.156,38 (Vorjahr: € 112.808,31) 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	€ 781.332	€ 3.906.662
Miete Parkplätze für Firmenfahrzeuge	1	€ 3.339	€ 16.697
Leasing Drucker/Telefonanlage/Webserver	3	€ 10.699	€ 53.493
Leasing Firmenfahrzeuge	48 - 60	€ 27.352	€ 136.759
Summe		€ 822.722 VJ: € 816.873	€ 4.113.611 VJ: € 4.084.366

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 €916.868,49 (VJ: € 968.780,64) 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)	2020/2021	2019/2020
Angestellte	137	147

3. Aufwendungen für den Abschlussprüfer

Angabe gemäß § 238 Abs. 1 Z 18 UGB.

Honorar für die Wirtschaftsprüfung 2019/2020: rund € 4.750,00 (Vorjahr: € 4.300,00).

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**

A. Rauscher
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:

