



01.04.2023
Geschäftsbericht

31.03.2024
Business Report

Operator of COMET K2 **inTribology**

mit finanzieller Unterstützung von



Kofinanziert von der Europäischen Union

 Bundesministerium
Arbeit und Wirtschaft

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



with the financial support of

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

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



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

Tribological engineering solutions aim to maintain the efficiency of systems or products, and thus improve reliability according to the principles of 'preventive quality management'; they contribute to resource conservation and sustainability and help to avoid environmental pollution.

Höhepunkte	4
Highlights	
Berichte	9
Statements	
Organisationsstruktur	15
Organization structure	
Forschungsbereiche	21
Research Areas	
Reibungsoptimierte Systeme	22
Friction Optimized Devices	
Verschleißreduktion-Strategien für die Industrie	25
Wear Reduction Strategies for Industry	
Nachhaltige Anwendung von Schmierstoffen	28
Sustainable Lubrication	
Synaptic Tribology	31
Synaptic Tribology	
Geräteausstattung	35
Equipment	
Publikationen im Geschäftsjahr	45
Publications in the Business Year	
Habilitation	53
Habilitation	
Finanzbericht	55
Financial Report	
Bilanz zum 31.03.2024	56
Balance Sheet as per 31.03.2024	
Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2023 – 31.03.2024)	57
Income Statement (01.04.2023 – 31.03.2024)	
Anhang	58
Annex	

Höhepunkte / Highlights

Eröffnung des Technikums 4 im tfz Wiener Neustadt (2.06.2023)



V.l.n.r.: Christoph Auner (AAC), Klaus Schneeberger (Bürgermeister Wiener Neustadt), Johanna Mikl-Leitner (Landeshauptfrau Niederösterreich), Andreas Pauschitz (AC²T), Helmut Miernicki (ecoplus) (Foto: AC²T)

Das neu errichtete Technikum 4 im Technologie- und Forschungszentrum (tfz) Wiener Neustadt, eine Spezialimmobilie mit rund 1.100 m², wurde von Landeshauptfrau Johanna Mikl-Leitner, u.a. gemeinsam mit dem Wiener Neustädter Bürgermeister Klaus Schneeberger und ecoplus-Geschäftsführer Helmut Miernicki, im Juni 2023 eröffnet. Rund 700 m² der Fläche steht AC²T für Spitzenforschung zur Verfügung.

Das Technikum ermöglicht die Durchführung von anspruchsvollen tribologischen Experimenten, insbesondere in Wasserstoff- und Ammoniak-Atmosphäre, sowie die Anwendung hochenergetischer offener Röntgenstrahlquellen für die Erforschung von Reibungs- und Verschleißmechanismen auf Gefügeebene.

1. Preis beim riz-up Genius Award 2023 (11.09.2023)

Das von der EU finanzierte Projekt i-TRIBOMAT – „The European Tribology Centre“ – wurde in der Kategorie „Innovativ genial“ mit dem 1. Platz ausgezeichnet. Unter dem Motto „We turn your search for advanced materials, surfaces or lubricants into competitive advantage!“ bietet die im Rahmen des EU-Projekts i-TRIBOMAT zur Gründung gelangte i-TRIBOMAT GmbH, ein europäisches Joint Venture, über die im Rahmen des EU-Projekts entwickelte digitale Plattform, Dienstleistungen für die tribologische Charakterisierung von Werkstoffen, Oberflächen und Schmierstoffen an und bildet zusammen mit ihren Partnern eines der größten Tribologie-Netzwerke der Welt.



V.l.n.r.: Michaela Roither (IV-Niederösterreich), András Vernes (AC²T), Johanna Mikl-Leitner (Landeshauptfrau Niederösterreich), Marin Herr (AC²T), Franz Pirker (AC²T), Petra Patzelt (riz up) (Foto: schelberger.fotografie)

venia docendi Stefan Eder (6.03.2024)



Dem AC²T-Mitarbeiter Stefan Eder wurde auf Basis der am 05.10.2023 erfolgten Präsentation und Fachdiskussion seiner Habilitationsschrift zum Thema „Computational Materials Tribology“ an der TU Wien am 06.03.2024 die *venia docendi* im Fach „Tribologie“ verliehen.

V.l.n.r.: Stefan J. Eder (AC²T, TU Wien), Karl Rehr (TU Wien), Jasmin Gründling-Riener (Vizerektorin für Lehre, TU Wien)
(Foto: Claudia Eder)

Women in Focus 2024 Lifetime Contribution Award (8.03.2024)

Anlässlich des Weltfrauentags 2024 wurde Nicole Dörr mit dem Lifetime Contribution Award von Active Communications International ausgezeichnet. Hervorgehoben wurde, dass die Preisträgerin „in den vergangenen 20 Jahren die Richtung, die Qualität und die Reputation der bei AC²T durchgeführten Forschung, sowie die dort tätigen und ausgebildeten Personen, stark beeinflusst hat“.

V.l.n.r.: Andreas Pauschitz (AC²T), Nicole Dörr (AC²T), Friedrich Franek (AC²T), Ewald Badisch (AC²T)
(Foto: AC²T)



Gewinner beim Innovation Award 2023/24 (20.03.2024)



V.l.n.r.: Claus Zeppelzauer (ecoplus), Preisträgerin Jessica Pichler (AC²T), Rainer Gotsbacher (ecoplus) (Foto: Gerald Tschank Schulbild) GmbH)

Am Technopol Wiener Neustadt wird jährlich der Innovation Award vergeben. Im Jahr 2024 ging der 1. Platz in der Kategorie „Innovationen in den Bereichen Materialien, Oberflächentechnologien, Sensorik, Kreislaufwirtschaft und Energie“ an bei AC²T mitwirkende Personen. Jessica Pichler und Marcella Frauscher wurden für „From Waste to Value: Spent Coffee Grounds Oil“ ausgezeichnet. In der Arbeit wird die Verwertung von Kaffeesatz, um aus diesem „Abfall“ hochwertige Öle und Schmierstoffe für die Industrie herzustellen, behandelt. Das große Potenzial dieses Entwicklungsansatzes ist, dass der aus Kaffeesatz gewonnene Wertstoff in Schmierstoffanwendungen eine beachtliche Performance erreicht.

Our Vision

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

Unsere Vision

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



Our Mission

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

Unsere Mission

Transfer von ganzheitlichem Tribologie-Wissen in die Industrie durch Bereitstellung von hochqualitativem Personal und modernste Einrichtungen im Sinne eines synergetischen und kostenoptimierten „Mehrnutzersystems“.

Ziele

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

Targets

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



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

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



Berichte

Statements

Geschäftsführer

Das 23. Geschäftsjahr des Exzellenzzentrums für Tribologie war gleichzeitig das vierte Förderjahr des Rahmenprojektes COMET¹-K2²-InTribology³.

Etwa drei Viertel der Personalkapazitäten, welche im Berichtsjahr eine Reduktion um rund 10 % verzeichnet haben, wurden in den Forschungs Kooperationen in „InTribology“ eingesetzt. Ergänzend trugen Projekte auf nationaler und europäischer Ebene zum Gesamtumsatz bei.

Der Gesamterlös im 23. Geschäftsjahr war etwa 10 % geringer als im Vorjahr und mit einem deutlich höherem negativen Jahresergebnis verbunden, welches die vorhandene Kapitalreserve deutlich reduzierte. Der Hauptgrund hierfür liegt einerseits in der inflationsbedingten Kostensteigerung in Kombination mit mehrjährig vereinbarten F&E-Projekten, welche eine kurzfristige Überwälzung der Mehrkosten auf die Projektpartner nicht im erforderlichen Ausmaß zulässt, sowie andererseits im Abschluss der ersten 4-jährigen Förderperiode des Projektes InTribology und dessen speziellen Finanzierungsbedingungen bzw. der erforderlichen periodengerechten Erlösabgrenzung.

Zusätzlich hat die Inbetriebnahme eines zusätzlichen Laborgebäudes im Berichtszeitraum entsprechende Anlaufkosten verursacht.

Die Forschungstätigkeiten waren weiterhin beeinflusst von den Auswirkungen der Covid-19-Pandemie und von den wirtschaftlichen Herausforderungen infolge der Kriegshandlungen in der Ukraine.

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

¹ COMpetence Centres for Excellent Technologies

² Akronym der spezifischen COMET-Programmschiene

³ Akronym des AC²T-COMET-Rahmenprojektes

General Manager

The 23rd fiscal year of the Excellence Centre of Tribology was also the fourth funding year of the umbrella project COMET¹-K2²-InTribology³.

Around three quarters of the personnel capacities, which experienced a reduction of about 10 % in the reporting year, were used for research activities in the „InTribology“ project. In addition, projects at the national and European level contributed to the overall turnover.

The total revenue was about 10 % lower in the 23rd fiscal year than in the previous year and associated with a significantly higher negative annual result, which significantly reduced the existing capital reserve. The main reason for this was the inflation-related increase in costs in combination with R&D projects agreed upon over several years, which do not allow the charging of additional costs to project partners to the necessary extent in the short term on the one hand, as well as in the termination of the first 4-year funding period of the InTribology project and its special funding conditions or the necessary accrual of revenue in the correct period.

In addition, the opening of an additional laboratory building in the reporting period resulted in corresponding start-up costs.

Research activities remained affected by the Covid-19-pandemic, and the economic challenges resulting from the war in Ukraine.

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



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

Wissenschaftliche Leitung



Dipl.-Ing. Dr. mont.
Ewald BADISCH

Im Berichtszeitraum erfolgte im Mai 2023 die fristgereichte Einreichung vom „Core Document“ zum Projekt „COMET K2 Zentrum InTribology“, welches im Anschluss von internationalen Experten*innen begutachtet wurde. Im September 2023 wurde im Rahmen des Site-Visit das Forschungsvorhaben für die 2. InTribology Förderperiode erfolgreich vorgestellt und zur Förderung für die nächsten 5 Jahre für den Zeitraum April 2024 bis März 2029 empfohlen.

Das InTribology-Programmkomitee hat sich im Berichtszeitraum der Diskussion zu laufenden Forschungsarbeiten sowie der finalen Beurteilung des Forschungsprogramms für die 2. Förderperiode von InTribology gewidmet.

Auf europäischer Ebene wurden AC²T im Geschäftsjahr 4 zukunftsweisende Projekte (DigiPass¹, SiToLub², IPMAI³, DESSERT) zuerkannt. Auf nationaler Ebene wurden mehrere geförderte Forschungsprojekte eingeworben.

Das im Berichtszeitraum in Betrieb genommene Laborgebäude „Technikum 4“ ermöglicht zukünftig die Durchführung von anspruchsvollen tribologischen Experimenten, insbesondere in Wasserstoff- und Ammoniak-Atmosphäre. Ebenso ist in diesem Laborgebäude die Anwendung hochenergetischer offener Röntgenstrahlquellen für die Erforschung von Reibungs- und Verschleißmechanismen vorgesehen. Im zweiten Halbjahr des Berichtszeitraums des InTribology-Projekts wurden sowohl der Abschluss der laufenden InTribology-Projekte als auch die Vorbereitungen zum Start der 2. Förderperiode vorangetrieben.

Das Forschungsjahr weist mit 7 abgeschlossenen Dissertationen, 4 abgeschlossenen Diplom-/Masterarbeiten und 54 Publikationen in Zeitschriften mit Begutachtung, sowie einer Habilitation, ein beachtliches wissenschaftliches Ergebnis auf.

Die Wissenschaftliche Leitung dankt an dieser Stelle allen Wissenschaftler*innen sowie Laborexper*innen für deren außerordentlichen Einsatz.

Scientific Management

In the reporting period, the “Core Document” of the project “COMET K2 Centre InTribology” was submitted on time in May 2023 and subsequently reviewed by international experts. In September 2023, the research project for the second InTribology funding period was successfully presented during the site visit and recommended for funding for the next 5 years for the period April 2024 to March 2029.



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

In addition to discussing ongoing research work, the InTribology Programme Committee focused in the reporting period on the final assessment of the research programme for the second funding period of InTribology.

At the European level, 4 pioneering projects (DigiPass¹, SiToLub², IPMAI³, DESSERT) were granted to AC²T. In addition, several funded research projects were acquired at national level.

In the reporting period, the laboratory building “Technikum 4” went into operation which enables in future sophisticated tribological experiments to be carried out, particularly in hydrogen and ammonia atmospheres. It is also intended to use high-energy open X-ray sources in this laboratory building for research of friction and wear mechanisms. In the second half of the reporting period of the InTribology project, both the completion of the ongoing InTribology projects and the preparations for the start of the second funding period were driven forward.

With 7 completed dissertations, 4 completed diploma/master's theses and 54 publications in peer-reviewed journals, as well as one habilitation, the research year produced a remarkable scientific result.

The scientific management would like to thank all scientists and laboratory experts for their extraordinary commitment.

¹ <https://cordis.europa.eu/project/id/101138510>

² <https://sitolub.eu/>

³ <https://acdip.at/ipmai-interreg/>

Vorsitzender der Generalversammlung

Im Rahmen der ordentlichen Generalversammlung am 1. Februar 2024 wurde ich von den weiteren Gesellschaftern einhellig zum Vorsitzenden der Generalversammlung gewählt und folge damit Dr. Christian WOLF (TU Wien) nach, der diese Funktion in den vergangenen rund 3 Jahren wahrgenommen hat. Ich nenne allen Gesellschaftern danke ich Dr. WOLF für seine bisherige Tätigkeit.

Das neu errichtete Laborgebäude Technikum 4, eröffnet im Juni 2023, ermöglicht die Labor-technischen Rahmenbedingungen für anspruchsvolle Experimente unter Spezialatmosphäre. Durch diese einzigartigen Möglichkeiten werden zukunftsweisende Forschungsfragen von Wissenschaft und Industrie adressiert und somit AC²T nachhaltig als anerkannte Institution in diesem Bereich positioniert.

Die Entwicklung der AC²T-Beteiligung Aerospace & Advanced Composites GmbH läuft planmäßig, und es wird für das Geschäftsjahr ein ausgeglichenes Jahresergebnis erwartet. Eine Umsatzsteigerung im Kundenprojektbereich soll zeitnah mit dem angestrebten Vertriebskonzept erreicht werden, um so den signifikant höheren Energie- und Mietkosten entgegenzuwirken.

Bei der AC²T-Beteiligung i-TRIBOMAT GmbH erfolgte im Berichtsjahr ein Geschäftsführerwechsel. Dr. Xavier BORRAS wurde zum Geschäftsführer bestellt. Der AC²T-Geschäftsführer, Prof. Andreas PAUSCHITZ, welcher sich als Gründungsgeschäftsführer zur Verfügung gestellt hat, legte im Februar 2024 seine Geschäftsführertätigkeit in der i-TRIBOMAT GmbH zurück. Namens aller AC²T-Gesellschafter bedanke ich mich bei Prof. Andreas PAUSCHITZ für den Aufbau des Unternehmens und wünsche Dr. Xavier BORRAS viel Erfolg in der Fortführung des Unternehmens. Neben dem Hauptarbeitsschwerpunkt der Vermittlung tribologischer Experimente zwischen Angebot und Nachfrage wurde mit Beginn 2024 eine erste EU-Projektbeteiligung realisiert.

Die Verlängerung des Projekts „COMET K2 Zentrum InTribology“ bis März 2029 sowie die Zuerkennung von 4 zukunftsweisenden EU-Projekten und mehrerer geförderter nationaler Projekte zeigen die hohe Einsatzbereitschaft der handelnden Personen auf allen Ebenen.

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

Chairman of the General Assembly

At the Annual General Meeting on 1st February 2024, I was unanimously appointed as Chairman of the General Assembly by the other shareholders, succeeding Dr Christian WOLF (TU Wien), who has held this position for the past three years. On behalf of all shareholders, I would like to thank Dr. WOLF for his work to date.



Mag.
Christian HOFFMANN

The newly constructed laboratory building Technikum 4, opened in June 2023, will provide the technical laboratory conditions for sophisticated experiments in a special atmosphere. These unique possibilities will address forward-looking research questions from science and industry and thus position AC²T as a recognised institution in this field in the long term.

The development of the AC²T subsidiary Aerospace & Advanced Composites GmbH is proceeding according to plan and a balanced annual result is expected for the financial year. An increase in sales in the customer project area is to be achieved promptly with the initiated sales concept in order to counteract significantly higher energy and rental costs.

There was a change of managing director at the AC²T subsidiary i-TRIBOMAT GmbH in the reporting year. Dr Xavier BORRAS has become the managing director. The managing director of AC²T, Prof. Andreas PAUSCHITZ, who made himself available as founding managing director, resigned from his position as managing director of i-TRIBOMAT GmbH in February 2024. On behalf of all AC²T shareholders, I would like to thank Prof. Andreas PAUSCHITZ for setting up the company and wish Dr. Xavier BORRAS every success in the continuation of the company. In addition to the main focus of the work of mediating tribological experiments between supply and demand, the first EU project participation was realised at the beginning of 2024.

The extension of the project “COMET K2 Centre InTribology” until March 2029 as well as the awarding of 4 pioneering EU projects and several funded national projects demonstrate the high level of commitment of the people involved at all levels.

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

Vorsitzende des Strategiebeirates

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

Der Beirat informiert sich zumindest einmal jährlich in einer Besprechung mit der AC²T-Geschäftsführung über den Status bzw. die Entwicklung des Forschungszentrums und spricht auf dieser Basis Empfehlungen für die AC²T-Geschäftsführung, insbesondere dem Projekt „COMET K2 Zentrum InTribology“ betreffend, aus.

Da es erfreulicherweise weiterhin keine Fragestellungen an den Strategiebeirat bzgl. Empfehlungen zu Unstimmigkeiten zwischen InTribology-Projektpartnern untereinander oder zwischen einem InTribology-Agreementpartner und AC²T gibt, widmete sich der Strategiebeirat in bewährter Weise dem Status der Erfüllung der Zielgrößen im Projekt „COMET K2 Zentrum InTribology“. Der Strategiebeirat hält wohlwollend fest, dass die Zielgrößen über die Laufzeit der ersten 4-Jahres Förderperiode (04/2020-03/2024) vom Projekt „COMET K2 Zentrum InTribology“ weitgehend erreicht wurden.

Eine besondere Herausforderung stellte im Berichtsjahr, aufgrund der hohen Inflation, die Kostensteigerungen dar. Die Bestrebungen der AC²T-Geschäftsführung zur Verstärkung der Aktivitäten zur Einwerbung von ausschließlich industriefinanzierten F&E-Projekten und Dienstleistungen, sowie nationalen und EU-finanzierten Förderprojekten mit überwiegender Kostendeckung, zur längerfristigen Absicherung des Personalstandes, wurden vom Beirat wohlwollend aufgenommen.

Mit besonderer Aufmerksamkeit hat der Strategiebeirat die Vertiefung des Forschungsschwerpunkts „Tribologie unter Spezialatmosphäre wie Wasserstoff und Ammoniak“, die Anwendung von „Methoden der künstlichen Intelligenz in der Tribologie“ sowie die Genehmigung mehrerer zukunftsweisender EU-Projekte vernommen, welche die internationale Sichtbarkeit maßgeblich unterstützen sollten.

Als Vorsitzende des Strategiebeirats bedanke ich mich im Namen des Strategiebeirats an dieser Stelle bei allen Mitarbeiter*innen des Exzellenzzentrums, der Geschäftsführung von AC²T und insbesondere allen Partnern im Projekt „COMET K2 Zentrum InTribology“ für ihre Beiträge, welche den Erfolg im gegenständlichen Berichtsjahr ermöglicht haben.

Chairperson of the Strategy Board

The Strategy Board is a panel set up in accordance with the COMET programme guidelines, whose members work independently of both the Centre and the participating InTribology partners. The board members can be found in the organisational structure section of this report.



Mag.
Barbara SCHICKER

The board is informed at least once a year on the status and the development of the Centre and, on this basis, makes recommendations to the General Management, in particular regarding the project “COMET K2 Centre InTribology”

As there are fortunately still no questions to the Strategy Board regarding recommendations on disagreements between project partners or between an agreement partner and AC²T, the Strategy Board devoted itself in a proven manner to the status of fulfilment of the target values in the project “COMET K2 Centre InTribology”. The Strategy Council is pleased to note that the targets were largely achieved in the project “COMET K2 Centre InTribology” over the course of the first 4-year funding period (04/2020-03/2024).

Cost increases posed a particular challenge in the reporting year due to high inflation. The efforts of the AC²T management to intensify activities to acquire exclusively industry-financed R&D projects and services, as well as national and EU-financed funding projects with predominantly cost coverage, in order to secure staffing levels in the longer term, were favorably received by the Strategy Board.

The Strategy Board paid particular attention to the expansion of the research focus “Tribology under special atmospheres such as hydrogen and ammonia”, the application of “Methods of artificial intelligence in tribology” and the approval of several pioneering EU projects, which should significantly support international visibility.

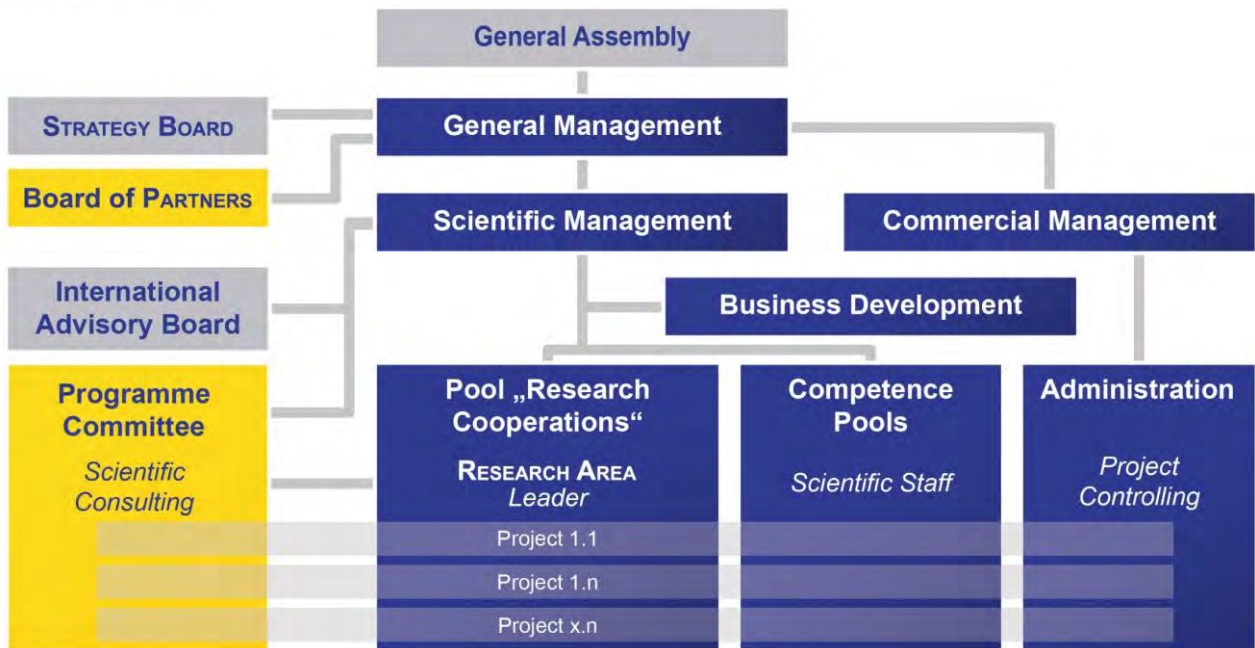
As Chairwoman of the Strategy Board, I would like to thank all employees of the Excellence Centre, the General Management of AC²T and all partners in the project “COMET K2 Centre InTribology” for their contributions, which made the success of this reporting year possible.



Organisationsstruktur

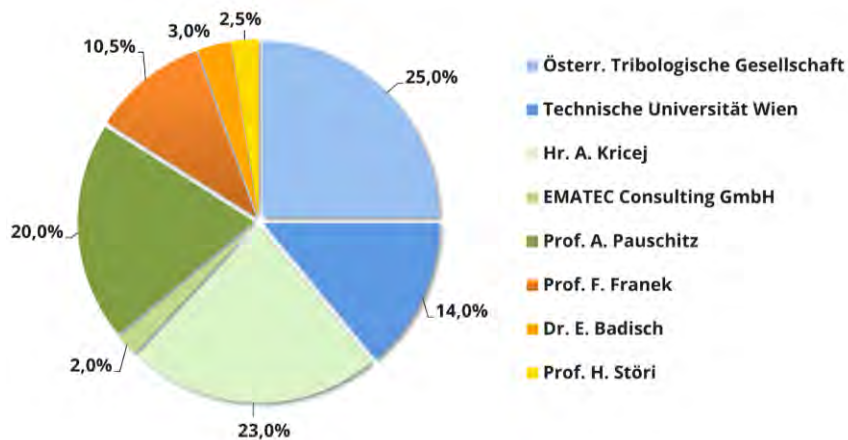
Organization structure

Organigramm / Organization Chart



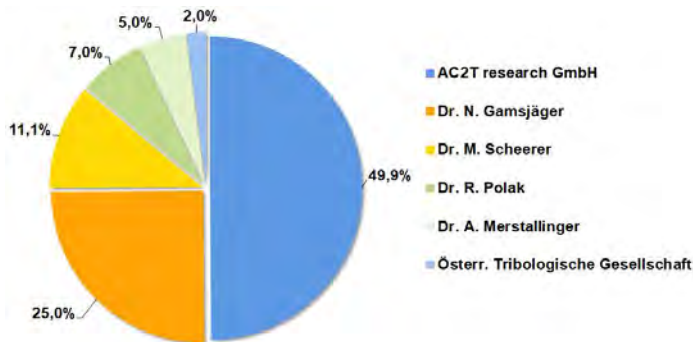
Gesellschafterstruktur / Shareholders

AC2T research GmbH



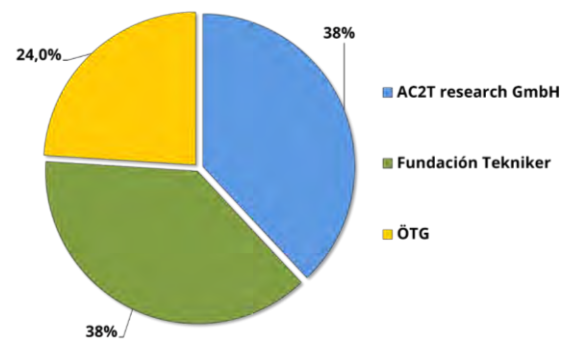
Aerospace & Advanced Composites GmbH

(Beteiligung / shareholding)



i-TRIBOMAT GmbH

(Beteiligung / shareholding)



Interdisziplinäre Kernkompetenz

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

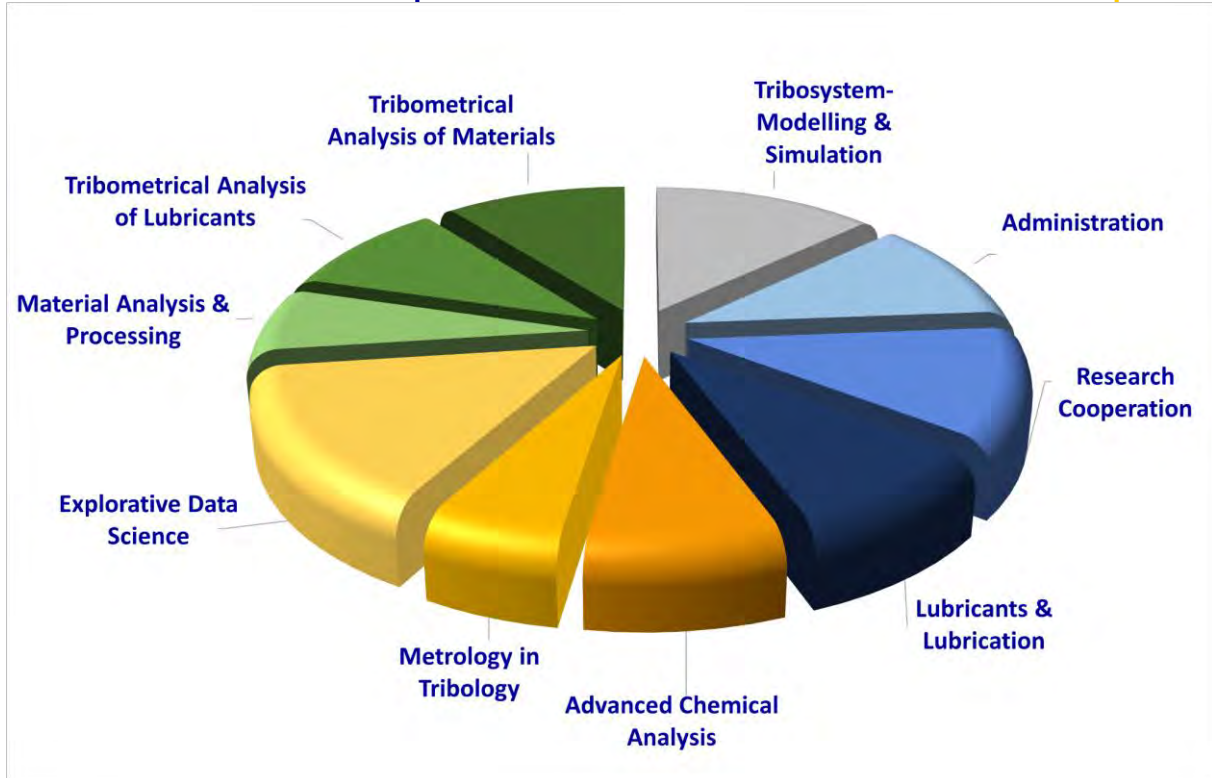
Tribologische Aufgabenstellungen werden in den folgenden Kompetenzbereichen umfassend bearbeitet.

Interdisciplinary core competence

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

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

Personalressourcen der Kompetenzbereiche / Human resources of areas of competence



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

Strategiebeirat

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

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

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

Strategy Board

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

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

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



Dr. Stefano MISCHLER

EPFL Lausanne – Switzerland

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

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



Prof. Dr.-Ing. Gerhard POLL

Leibniz University Hannover – Germany

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

Academic qualification: Mechanical Engineering



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

Management consultant – Austria

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

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



Mag. Michaela Diane ROTHER

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.

Als gesamtes Gremium tagte das Programmkomitee im Berichtszeitraum einmal (05.05.2023). Fachlicher Schwerpunkt dieses Treffens war, neben der Diskussion zu laufenden Forschungsarbeiten, die finale Beurteilung des Forschungsprogramms für die zweite Förderungsperiode von InTribology, welche sich über 5 Jahre erstrecken wird.

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.

The Programme Committee as a whole met once during the reporting period (May 5, 2023). In addition to discussing ongoing research work, the main focus of this meeting was the final assessment of the research programme for the second funding period of InTribology, which will extend over five years.



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.in Mag.a rer.nat. Dr.in rer.nat. Martina Marchetti-Deschmann

Technische Universität Wien

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



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

Technische Universität Wien

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



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

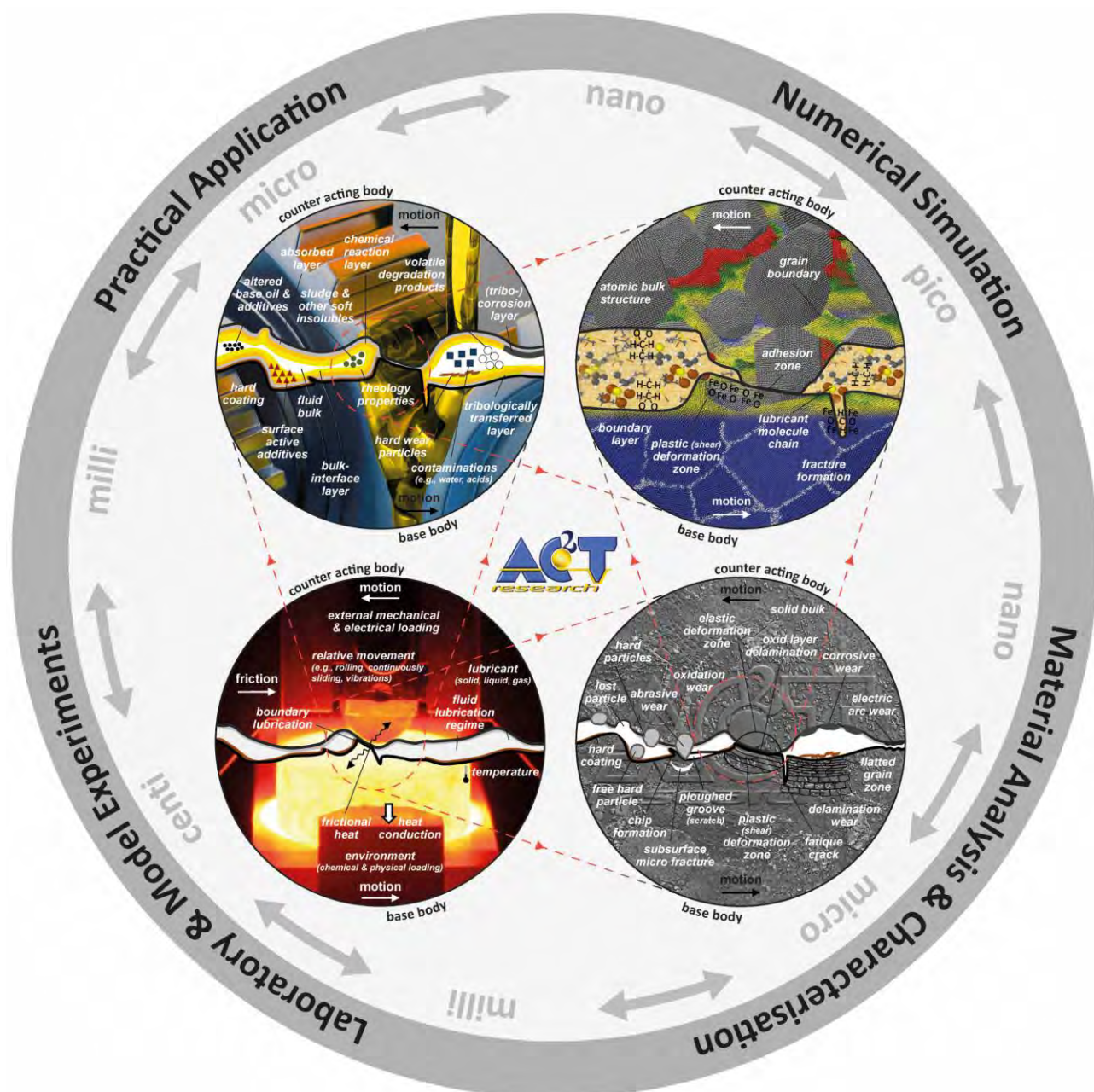
Technische Universität Wien

Institut für Angewandte Physik / Institute of Applied Physics



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

AC2T research GmbH



Forschungsbereiche

Research Areas

FORSCHUNGSBEREICH 1

Reibungsoptimierte Systeme

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

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

Forschungsschwerpunkte:

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

Die Eigenschaften der interagierenden Oberflächen und Werkstoffe spielen sowohl bei klassischen maschinenbaulichen Systemen mit geschmierten Kontaktflächen wie bei Motoren, Lagern und Getrieben, als auch bei ungeschmierten Systemen wie Wasserstoffverdichtern eine entscheidende Rolle.

Im Ausblick auf die 2. Förderperiode von InTribology wurden erste Forschungstätigkeiten auf dem Gebiet der Tribologie in Wasserstoffumgebung durchgeführt.



Research Area Leader

Dipl.-Ing. Dr. mont. Andreas NEVOSAD

AC2T research GmbH

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

RESEARCH AREA 1

Friction Optimized Devices

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

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

Research topics:

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

The properties of the interacting surfaces and materials play a crucial role both in classic mechanical engineering systems with lubricated contact surfaces, such as motors, bearings and gearboxes, and in non-lubricated systems such as hydrogen compressors.

In the outlook for the 2nd funding period of InTribology, initial research activities in the field of tribology in hydrogen environment were carried out.

Effiziente Getriebe für die Elektromobilität

E-Achse: Innovativer Antrieb

E-Achsen Systeme sind eine innovative Lösung für den elektrischen Antrieb von batterie-elektrischen Fahrzeugen und Hybridanwendungen und damit ein wesentlicher Bestandteil zur Zukunft der elektrischen Mobilität. Ihre Flexibilität erlaubt den Einsatz in einer breiten Palette von Fahrzeug-typen. Der hohe Gesamtwirkungsgrad führt zu einer effizienten Nutzung der elektrischen Energie und kann sowohl die Reichweite erhöhen als auch die benötigte Batteriekapazität reduzieren. Zudem trägt sie zur Kostenreduzierung und Gewichtsoptimierung des Antriebsstrangs bei.

Durch die kompakte Bauweise ergeben sich hohe Leistungs- und Drehmomentdichten, welche zu höheren Belastungen der Getriebe und dessen Zahnräder führen. Daraus entsteht der Bedarf an innovativen Methoden zur Bewertung von Verschleiß und Effizienz der Getriebe.

Fortschritte in der Verschleißreduktion bei E-Achsen Antrieben

Im Rahmen eines Mehrfirmenprojektes wurden bedeutende Fortschritte erzielt, um das Verschleißverhalten, insbesondere der Oberflächen von Zahnrädern, unter realitätsnahen Fahrbedingungen zu untersuchen. Ein speziell ausgerüsteter Teststand ermöglicht die präzise Analyse der Verschleißmechanismen unter verschiedenen Lastbedingungen, welche typische Fahrscenarien wie Stadtverkehr, Autobahn- und Überlandfahrten simulieren.

Das Forschungsziel ist, den Getriebeverschleiß zu minimieren und dadurch das gesamte E-Achsen-System zu optimieren. Durch die Identifizierung kritischer Verschleißbedingungen können gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Systemleistung entwickelt werden.

Durch den Einsatz der Radio-Isotope Concentration (RIC) Methode, einem innovativen Verschleißmessverfahren basierend auf radioaktiven Tracerisotopen, wurden präzise Daten zum Verschleißverlauf der Zahnräder im Bereich von Nanometern pro Stunde ermittelt. Aufgrund der kontinuierlichen Erfassung des Verschleißes mit dieser speziellen Methode können Effekte des Einlaufes und des stationären Betriebes in einem dynamischen Parameterfeld unterschieden und hinsichtlich Verschleißmechanismen und gezielter Verschleißminimierung bewertet werden.

Beitrag zur nachhaltigen Elektromobilität

Die erfolgreiche Verschleißminimierung bei E-Achsen Systemen trägt maßgeblich zur Weiterentwicklung der Elektromobilität bei, indem die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit dieser Systeme signifikant verbessert werden. Dieser Fortschritt zeigt eindrucksvoll die Bedeutung der tribologischen Forschung und Innovation für eine nachhaltige und leistungsfähige Zukunft.

**Links: Prüfstand mit Aufbau eines Getriebes der elektrischen Antriebsachse;
Rechts: RIC-Messsystem mit detektiertem kritischem Verschleißverhalten**
© AC2T research GmbH

*Left: Test bench with set-up of a transmission of the e-axis drive;
Right: RIC measuring system with detected critical wear behaviour*
© AC2T research GmbH

Efficient transmissions for e-mobility

E-axis: Innovative drive

E-axis systems are an innovative solution for the electric drive of battery-electric vehicles and hybrid applications and are therefore an essential component of the future of electric mobility. Their flexibility allows them to be used in a wide range of vehicle types. The high overall efficiency leads to efficient utilization of electrical energy and can both increase the range and reduce the required battery capacity. It also helps to reduce costs and optimize the weight of the drivetrain.

The compact design results in high power and torque densities. This leads to higher loads on the gearbox and its gears. This creates the need for innovative methods to evaluate the wear and efficiency of the gearboxes.

Progress in reducing wear in e-axis drives

As part of a multi-firm project, significant progress has been made in investigating the wear behaviour of gears under realistic driving conditions. A specially equipped test rig enables the precise analysis of wear mechanisms under various load conditions that simulate typical driving scenarios such as city traffic, motorway and overland driving.

The aim of the current research is to minimize transmission wear and thereby optimize the entire e-axis system. By identifying critical wear conditions, targeted measures can be developed to improve system performance.

By using the Radio-Isotope Concentration (RIC) method, an innovative wear measurement method based on radioactive tracer isotopes, precise data on the wear progress of the gears in the nanometre per hour range was determined. Due to the continuous recording of wear using this special method, the effects of running-in and stationary operation can be differentiated in a dynamic parameter field and analysed with regard to wear mechanisms and targeted wear minimization.

Contribution to sustainable e-mobility

The successful minimization of wear in e-axis drive systems makes a significant contribution to the further development of electromobility by significantly improving the reliability and durability of these systems.

This progress impressively demonstrates the importance of research and innovation in tribology for a sustainable and efficient future of e-mobility.



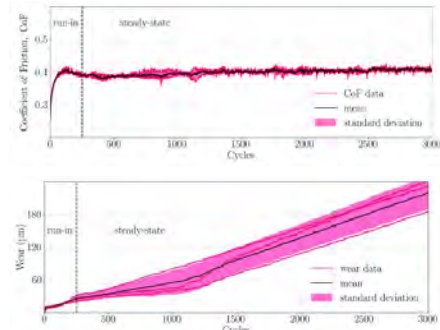
Highlighted publications

Characterization of PPS piston and packing ring materials for high-pressure hydrogen applications

A. PÖLLINGER, J. MAURER, T. KOCH, S. KRENN, B. PLANK, S. SCHWARZ, M. STÖGER-POLLACH, E. SIAKKOU, K. SMRCZKOVA, M. SCHÖBEL

Polyphenylene sulfide (PPS) polymer matrix composites have seen use in tribological applications of advanced high strength sealings and promise high mechanical strength and wear resistance. The presented work describes carbon and glass fiber-reinforced PPS matrix polymers in comparison, which are characterized by complementary methods to investigate their properties and potential for application in reciprocating compressor under non-lubricated operation. Thermo-mechanical and tribological testing was supported by microstructure analysis utilizing advanced X-ray and electron imaging techniques. New insights in micromechanical deformation behavior regarding to fiber materials, interface strength and orientation in fiber-reinforced polymers are given. Based on the investigations, advanced tribological properties were correlated to the formation of a polymer tribo-film on the metallic countersurface. The results show that carbon fiber-reinforced PPS with PTFE is a suitable base material for the given application.

Polymers - Open Access Journal (2024)

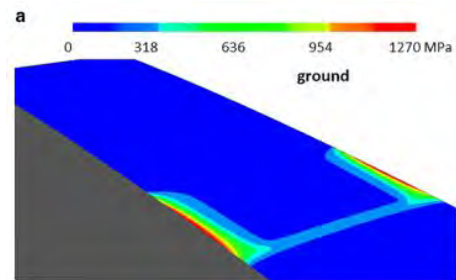


Investigation of friction and scuffing during loss of lubrication on a high velocity twin-disc test rig

U. CIHAK-BAYR, T. WOPELKA, C. WINTERSTEIGER

To understand gear design options able to withstand LOL at high velocities, systematic, fundamental studies on model test-rigs, e.g. twin-disc rigs, are required. For this purpose, a twin-disc rig was designed which can perform test at high entrainment velocities of up to 80 m/s and high lubricant injection temperatures. Systematic studies have been carried out in continuous lubrication and LOL condition and evaluated in terms of friction and time-of failure (TOF). A mixed EHL model complemented the experimental matrix for wider range of temperatures and additionally compared the influence of the grinding direction on the lubricant gap. Entrainment velocity showed to have the most prominent influence on friction in continuous mode, mostly for the increase from 8 m/s to 23 m/s, followed by minor changes upon further increase to 30 m/s. The influence of injection temperature was mostly prominent at high entrainment velocities. Contact pressure had the strongest influence on TOF. Comparisons with superfinished disc surfaces exhibited a high increase in TOF and significantly less scuffing damage fractures on the runway.

Forschung im Ingenieurwesen (2023)

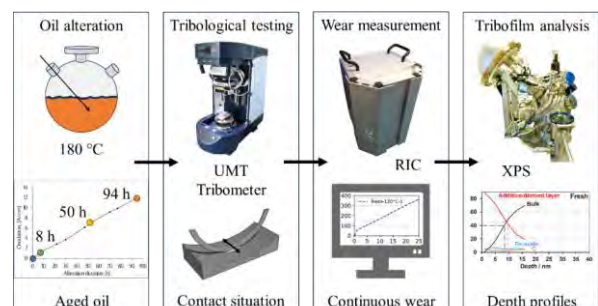


Influence of artificially altered engine oil on tribofilm formation and wear behaviour of grey cast cylinder liners

M. JECH, A. HOFER, C. TOMASTIK, T. WOPELKA, C. GACHOT

Lubricants (2023)

This work investigates the influence of altered engine oil on the tribological performance, focusing in particular on wear and interconnected tribofilm formation. Therefore, Zinc dialkyldithiophosphate (ZDDP) additivated engine oils of different degradation levels, produced in an artificial oil alteration process, were used in tribometer tests with a nitride steel piston ring against a grey cast iron cylinder liner model contact. Parameters were chosen to simulate the boundary and mixed lubrication regime typical for the top dead centre conditions of an internal combustion engine of a passenger car. Wear of the cylinder liner specimens was continuously monitored during the tribometer tests by the radio-isotope concentration (RIC) method, and tribofilms were posteriorly investigated by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The results clearly show that the steady-state wear rates for experiments with altered lubricants were significantly lower than for the experiments with fresh lubricants. XPS analysis on the formed tribofilms revealed a decrease in sulphide and an increase in sulphate states for altered oils evaluated at 120 °C oil temperature, correlating with a decrease in steady-state wear rate. This finding emphasizes the role of sulphate species in the tribofilm formation process and its anti-wear capabilities, in contrast to the sulphide species and the (poly-)phosphate species, as outlined in most of the ZDDP literature. Moreover, the RIC signal that represents the amount of wear in the engine oil showed a decrease over time for specific altered lubricants and test conditions. These "negative" trends in the wear signal are remarkable and have been identified as an incorporation of wear particles from the lubricant into the tribofilm. This finding is supported by XPS results that detected an iron-oxide layer with a remarkably similar quantity within the tribofilm on the surface. Based on these findings, an assessment of the minimum film formation rate and particle incorporation rate was achieved, which is an important basis for adequate tribofilm formation and wear models.



FORSCHUNGSBEREICH 2

Verschleißreduktion-Strategien für die Industrie

Dieser Forschungsbereich widmet sich der Minimierung von Verschleiß in einer Vielzahl industrieller Anwendungen. Unsere Forschungsaktivitäten befassen sich mit Metallen, Polymeren, Keramiken und verschiedenen Beschichtungstechnologien, um umfassende auf branchenspezifische Bedürfnisse zugeschnittene Lösungen zu liefern. Mittels Einsatzes fortschrittlicher Analyse- und Simulationswerkzeuge helfen wir bei der Auswahl der am besten geeigneten Werkstoffe und Beschichtungen für die spezifische Anwendungen.

Wir verwenden neuartige Versuchsaufbauten, um Werkstoffe und Beschichtungen unter extremen Betriebsbedingungen, einschließlich hoher Temperaturen, Vakuum und korrosiver Umgebungen, zu bewerten. Diese Methode stellt sicher, dass die ausgewählten Werkstoffe und Beschichtungen den anspruchsvollen Bedingungen, denen sie in der Praxis ausgesetzt sind, standhalten. Die Hochskalierung wird durch Simulationswerkzeuge unterstützt, um die Lebensdauer der Komponenten vorherzusagen.

Wir verfolgen einen sicheren und nachhaltigen Ansatz bei der Entwicklung neuartiger Beschichtungen, die einen hervorragenden Verschleißwiderstand bei gleichzeitig geringem ökologischem Fußabdruck gewährleisten. Dazu gehört die quantitative Bewertung der Umweltauswirkungen unserer Materialien anhand einer Lebenszyklusanalyse (LCA). Durch die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus, von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung, stellen wir sicher, dass unsere Lösungen sowohl effektiv als auch umweltverträglich sind.

Unser Forschungsportfolio umfasst klassische Industriethemen wie den Verschleißschutz in der Stahlherstellung und die Erdölexploration. Darüber hinaus befassen wir uns mit kritischen Bereichen für die Dekarbonisierung und nachhaltige Mobilität, wie z. B. der Tribologie im Schienenverkehr, sowie mit Herausforderungen im Gesundheitswesen, wobei der Schwerpunkt auf Verschleiß und Korrosion bei medizinischen Implantaten liegt.

Forschungsschwerpunkte:

- Entwicklung von sicheren und nachhaltigen Beschichtungen unter Verwendung eines Lebenszyklusansatzes (LCA)
- Verschleißschutz und Überwachung in Produktion und Anlageninstandhaltung
- In-vitro-Bewertung von Biomaterialien für medizinische Implantate
- Tribologie in Schienenverkehr
- Verschleißschutz durch additive Fertigungstechnologien

RESEARCH AREA 2

Wear Reduction Strategies for Industry

This research area is dedicated to mitigating wear across a variety of industries. Our research comprises metals, polymers, ceramics, and diverse coating technologies to deliver comprehensive solutions tailored to industry-specific needs. Utilizing advanced analytical and simulation tools, we help in selecting the most suitable materials and coatings for specific applications.

We employ advanced experimental set-up to evaluate materials and coatings under extreme operating conditions, including high temperatures, vacuum, and corrosive environments. This methodology ensures that the selected materials and coatings can withstand the demanding conditions they will face in real-world applications. The upscaling is aided by simulation tools in order to predict the lifetime of components.

We pursue a safe and sustainable by design approach for developing novel coatings that maintain excellent wear performance while ensuring a low ecological footprint. This involves quantitatively evaluating the environmental impact of our materials using a life cycle assessment (LCA) approach. By considering the entire lifecycle, from raw material extraction to end-of-life disposal, we ensure our solutions are both effective and environmentally responsible.

Our research portfolio spans classical industrial topics such as wear protection in steel manufacturing and oil exploration. Additionally, we address critical areas for decarbonization and sustainable mobility, like railway tribology, as well as healthcare challenges, focusing on wear and corrosion in medical implants.

Research topics:

- Development of coatings that are safe and sustainable by design (SSbD) using a life cycle approach (LCA)
- Wear protection and monitoring in production and plant maintenance
- In vitro evaluation of biomaterials for medical implants
- Railway Tribology
- Wear protection using additive manufacturing technologies

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, wear and corrosion in medical implants



Wartungsfreies Gleitschuhsystem für Flugzeuglandeklappen

Verkehrsflugzeuge sind auf bewegliche Flügelkomponenten, die sogenannten Klappen, angewiesen, um die Start- und Landestrecken zu verkürzen. Sie sind an der Hinterkante des Flügels angebracht und werden ausgefahren, um den Auftrieb zu erhöhen und die Überziegeschwindigkeit zu verringern, was kürzere Start- und Landestrecken ermöglicht. Traditionell wird das Ausfahren der Klappen durch hydraulische Systeme gesteuert, die einen Schlitten entlang einer Klappenbahn bewegen. Diese Bewegung beruht auf geschmierten Rollensystemen, die etwa alle 7.500 Flugzyklen gewartet und neu geschmiert werden müssen.

Entwicklung in einem EU-geförderten Projekt

In einem von der EU geförderten Projekt (ADDIFLAP) hat AC²T ein innovatives Gleitschuhsystem entwickelt, welches die herkömmlichen Rollensysteme ersetzt. Dieses neue System ist über die gesamte Lebensdauer eines Flugzeugs (~30.000 Flugzyklen) wartungsfrei. Die Gleitschuhe werden bei der Installation einmal geschmiert und gleiten dann über eine Fahnenschiene, die von unserem wissenschaftlichen Partner AIMEN in Spanien mit Hilfe eines hochmodernen 3D-Druckverfahrens mit direkter Energieabscheidung hergestellt wurde. Dieser neuartige Ansatz reduziert nicht nur den Fertigungsabfall, sondern verkürzt auch die Zeit bis zur Marktreife und ermöglicht gleichzeitig eine wartungsfreie Montage. Bei der Konstruktion der Gleitschuhe wurden tribologische Modellversuche zur Auswahl geeigneter Materialkombinationen mit Computersimulationen zur Vergrößerung des Prozesses kombiniert.

Komponententeststand für Gleitelemente

Der erste Prototyp des Gleitschuhsystems wurde zusammen mit einem neu gestalteten Schlitten und einer 3D-gedruckten Klappenbahn aus Titanlegierung in einem bei AC²T entwickelten Komponententeststand auf die tribologische Funktionalität bewertet. Dieser Teststand ist in der Lage, die für die Zertifizierung erforderlichen flugähnlichen Belastungsbedingungen nachzubilden, sodass die tribologische Funktionalität von Werkstoffen im Betrieb bewertet werden kann. Darüber hinaus ermöglicht der Prüfstand auch andere kritische Fragen wie den Einfluss von Verunreinigungen und die Wirksamkeit verschiedener Schmierstrategien zu untersuchen.

Auswirkungen und Effekte

Die Entwicklung dieses neuartigen Gleitschuhsystems stellt einen bedeutenden Fortschritt in der Flugzeugwartungstechnologie dar und ist vielversprechend, um die Effizienz und Zuverlässigkeit des kommerziellen Flugbetriebs zu verbessern.

Komponententeststand zur Bewertung der tribologischen Funktionalität von Landeklappen, entwickelt bei AC²T

Component test-rig for evaluating the tribological performance of flap tracks developed at AC²T

Maintenance-free sliding pad system for aircraft flaps

Commercial airplanes rely on mobile wing components called flaps to reduce take-off and landing distances. Mounted on the trailing edge of the wing, flaps are extended to increase lift and decrease stalling speed, thus enabling shorter take-off and landing distances. Traditionally, the extension of flaps depends on hydraulic systems that move a carriage along a flap track. This motion relies on lubricated roller systems, which require maintenance approximately every 7,500 flight cycles for re-greasing.

Development in an EU-funded project

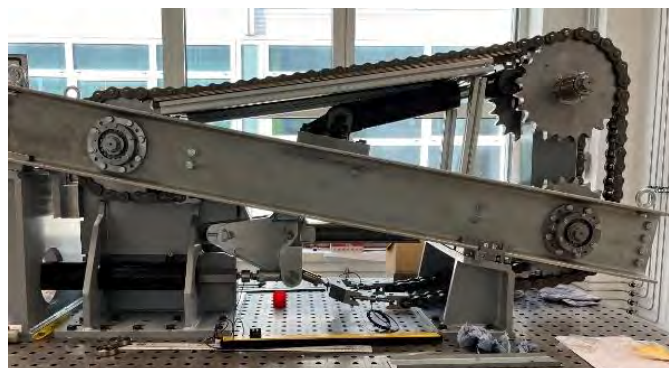
In an EU-funded project (ADDIFLAP), AC²T has developed an innovative sliding pad system to replace the traditional roller systems. This new system is maintenance-free for the entire lifespan of an aircraft (~30000 flight cycles). The sliding pads are lubricated once during installation and then slide over a flap track manufactured by our scientific partner AIMEN in Spain, using a cutting-edge 3D printing direct energy deposition technology. This novel approach not only reduces manufacturing waste but also accelerates the time to market, while providing a maintenance-free assembly. The design of the sliding pads involved a combination of tribological model tests to select suitable material combinations combined with computer simulations to scale up the process.

Component test-rig für sliding pads

The first prototype of the sliding pad system, along with a redesigned carriage and a 3D-printed titanium alloy flap track, was subjected to testing using a unique developed full component test rig. This test rig is capable of replicating the flight-type loading conditions necessary for certification, allowing us to evaluate the tribological performance of materials during operation. Additionally, the test rig enables us to address other critical issues such as the impact of contaminants and the effectiveness of different greasing strategies.

Impact and effects

The development of this novel sliding pad system marks a significant advancement in aircraft maintenance technology, promising to enhance the efficiency and reliability of commercial aviation operations.

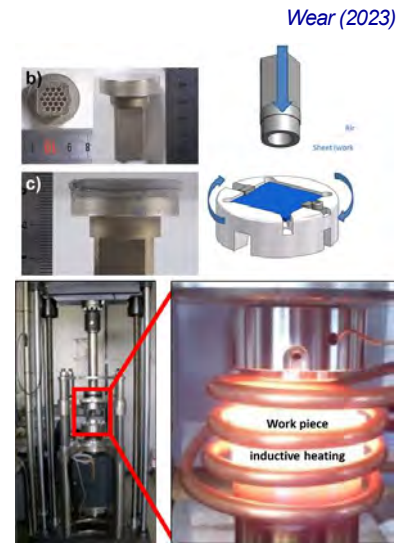


Highlighted publications

Laser metal deposition of self-lubricating alloys on selective laser melting maraging tools for the high temperature forming of aluminium

H. TORRES, I. PANAITESCU, R. GANGL, R. HUBMANN, M. SCHEERER, M. RODRÍGUEZ RIPOLL

Selective laser melting (SLM) is an additive manufacturing technique that allows the layer-by-layer fabrication of metallic components with high dimensional tolerances, being also particularly suitable for implementing complex geometries such as cooling channels in hot forming tools. However, high temperature forming processes pose severe conditions that often require additional surface protection and functionality. The present work proposes to increase the lifetime and endurance of SLM tools using self-lubricating coatings deposited by laser metal deposition (LMD). To this end, 3D printed samples made of maraging steel prepared by SLM are functionalized with self-lubricating coatings applied by LMD. Two different metallic alloys are deposited, a nickel-based alloy containing metal sulphides and silver, and an iron-based alloy containing graphite. The resulting microstructure after the hybridization of both additive manufacturing techniques has been thoroughly analysed in terms of the microstructural changes. Afterwards, the functionalized 3D printed tools are investigated for prospective high temperature sheet metal forming of aluminium alloy AA6082 using a ring compression test rig at 300°C, using a reference hot work tool steel as reference. The results show that the use of Ni-based self-lubricating coatings contributes to a more stable frictional behaviour, independently of the dilution of the externally added lubricant. These results serve as example for the enormous potential for the combination of laser metal deposition with selective laser melting for tool functionalization.

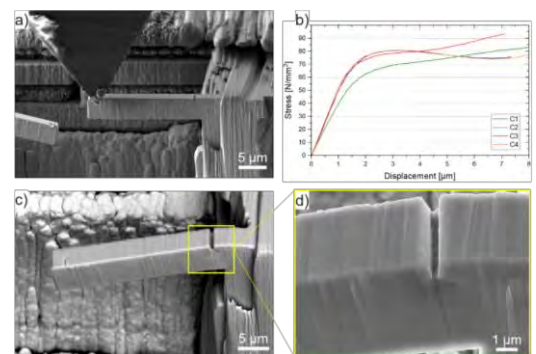


Wear (2023)

Unveiling the mechanical properties of near-surface microstructures in tribological contacts via *in-situ* micro-bending tests

M. FREISINGER, M. RODRÍGUEZ RIPOLL, R. HAHN

This study demonstrates the application of the *in-situ* V-notched micro-cantilever bending method in tribology by analyzing three distinct cases of near-surface microstructures occurring in common tribological contacts. The brown etching layer region of a rail wheel from service shows predominant plastic material behavior. Significant variations in material response and crack initiation are revealed in distinctive regions of a roller bearing's near-surface microstructure and a self-lubricating laser cladding. Qualitative analysis and stress-displacement graphs highlight the method's potential for gaining high-resolution insights into material behavior, contributing to our understanding of microstructural changes affecting friction, wear, and component failure in tribosystems.

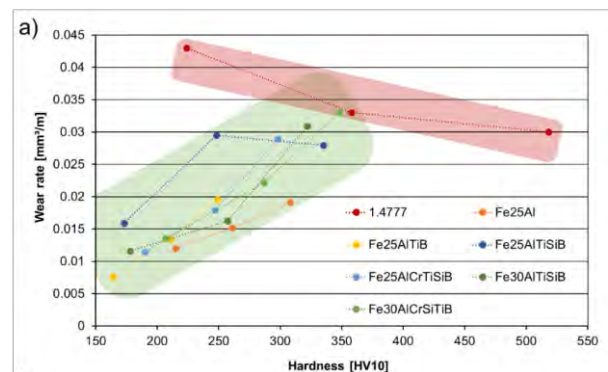


Tribology International (2024)

Iron aluminides – a step towards sustainable high-temperature wear resistant materials

H. ROJACZ, G. PIRINGER, M. VARGA

Iron aluminides are promising candidates for high-temperature corrosion- and wear resistant materials. Their intermetallic nature provides good mechanical stability at comparatively low density in contrast to classical iron- and nickel-based wear resistant alloys such as white cast irons or Inconel alloys, bringing also an ecological benefit. To show the influence of different alloying on the high-temperature abrasion resistance of iron aluminides, 25-30 wt.% Al, Ti, B and Si in varying contents were chosen for investigations and compared to a high temperature resistant white cast iron. Microstructural analysis via scanning electron microscopy as well as electron backscatter diffraction was performed to elucidate the materials' microstructure and the different phases present. Hot hardness up to 700°C and nanoindentation was done to investigate changes in the mechanical properties due to alloying. The wear resistance was investigated with high-temperature abrasion tests performed in a modified ASTM G65 test at 20°C, 500°C and 700°C with standard quartz sand as abrasive and a high-temperature resistant steel wheel as counterbody. Finally, a life cycle assessment (LCA) was performed to assess the ecological impact of the iron aluminides compared to the steel reference during production and compared to the lifetime as indicated by the wear rates obtained. Results show a significantly reduced ecological impact in the evaluated impact categories, making iron aluminides promising candidates for future high temperature wear components.



Wear (2023)

FORSCHUNGSBEREICH 3

Nachhaltige Anwendung von Schmierstoffen

In diesem Forschungsbereich stehen, um nachhaltige Schmierstoffanwendungen zu optimieren, das Verstehen und das anwendungsangepasste Beeinflussen des Schmierstoff- und Kraftstoffverhaltens im Vordergrund. Um dies zu erreichen, spielen Methoden zur Detektion von zeitaufgelösten physikalischen und chemischen Änderungen der Bulk-Eigenschaften und Additiv-Oberflächen-Wechselwirkungen während der Anwendung eine zentrale Rolle.

- Verstehen der zeitabhängigen Schmierstoff- und Kraftstoff-Eigenschaften von Makro-, Mikro- bis Molekular-Bereich
- Interaktion von neuartigen Schmierstoff- und Kraftstoff-Formulierungen (einschließlich neuartiger Technologien auf Basis, z.B. ionischer Flüssigkeiten, Nanopartikel, biologischer Rohstoffe) mit Oberflächen zur Leistungs-optimierung
- Ölzustandsanalyse mittels zuverlässiger Sensorsysteme, Algorithmen und fortschrittlicher Datenauswertemethoden

Durch die Entwicklung und Anwendung analytischer High-End-Methoden werden Alterungsprodukten und -mechanismen identifiziert, beispielsweise mit hochauflösender Massenspektrometrie. Weiters wird der Einfluss von alternativen Kraftstoffen auf die verwendeten Schmierstoffe in allen Mobilitätsbereichen mit diesen Techniken erforscht. Die Zusammensetzung tribochemischer Reaktionsschichten in Abhängigkeit von der so bestimmten Schmierstoffzusammensetzung wird mit der Small-Spot-Röntgen-Photoelektronen-Spektrometrie und dem Imaging-Massenspektrometer bestimmt.



Research Area Leader

Dr. rer. nat. Marcella Patricia FRAUSCHER, MSc

AC2T research GmbH

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

RESEARCH AREA 3

Sustainable Lubrication

In order to optimize sustainable lubricant applications, this research area focuses on understanding and influencing application-specific lubricant and fuel behaviour. To achieve this, methods for detecting time-resolved physical and chemical changes in bulk properties and additive-surface interactions during application play a central role.

- Understanding time-dependent lubricant and fuel properties from macro, micro to molecular scale
- Interaction of novel lubricant and fuel formulations (including novel technologies based on, e.g., ionic liquids, nanoparticles, biological raw materials) with surfaces for performance optimization
- Oil condition analysis using reliable sensor systems, algorithms and advanced data evaluation methods

Through the development and application of high-end analytical methods, ageing products and mechanisms can be identified, for example with high-resolution mass spectrometry. The influence of alternative fuels on the lubricants used in all areas of mobility can also be investigated using these techniques. The composition of tribochemical reaction layers as a function of the lubricant composition determined in this way is determined using small-spot X-ray photoelectron spectrometry and the imaging mass spectrometer.

Auswirkung neuer Kraftstoffe auf Schmierstoffe – Ammoniak als kohlenstofffreie Alternative

CO₂-neutrale alternative Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren

Der Übergang des Mobilitätssektors zu einem kohlenstofffreien Betrieb ist eine der wichtigsten Herausforderungen dieses Jahrzehnts. Es gibt mehrere Systeme, bei denen Verbrennungsmotoren nicht durch elektrische Alternativen ersetzt werden können, z.B. große Schiffsmotoren. Für solche Anwendungen gilt Ammoniak aufgrund seiner einfachen Speicherung und hohen Energiedichte als nachhaltige und kohlenstofffreie Alternative. Allerdings fehlt noch das Wissen über die Verträglichkeit von Ammoniak mit bestehenden Motoren, Oberflächen, Dichtungen und Schmierstoffen.

Chemische Wechselwirkungen zwischen Schmierstoffen und künftigen Kraftstoffen – Neuartige Methoden für Labortests

Zunächst wurden zwei bei Atmosphärendruck arbeitenden Reaktoren entwickelt, um die Wechselwirkungen im Verbrennungsraum zu simulieren. Die anschließende Methodenentwicklung führte zur Auswahl der aussagekräftigsten Parameter. Der Effekt von Temperatur, Ammoniak- und Stickstoffdioxidkonzentration sowie die Menge von Wasser als Verbrennungsprodukt wurde untersucht. Die Ergebnisse der Methodenentwicklung wurden in einer Open Access Publikation veröffentlicht.

Die Alterungen im Labor zeigten, dass Ammoniak mit Schmierstoffkomponenten reagiert. Konventionelle Ölparameter wie Oxidation oder Gesamtsäurezahl ändern sich im Allgemeinen selbst bei einem stöchiometrischen Luft-Ammoniak-Gemisch nur geringfügig. Eine der wichtigsten Auswirkungen von Ammoniak war ein Anstieg der Viskosität, der sowohl mit der Oxidation als auch mit der Aminifizierung des Schmierstoffs korrelierte. Ammoniak beeinflusst jedoch Leistungsparameter in negativer Weise. Beim stöchiometrischen Luft-Ammoniak-Gemisch wurden eine Abnahme der Lasttragfähigkeit (Abb. 1 links), eine Zunahme der Ablagerungsbildung (Abb. 1 rechts) und ein überproportionaler Anstieg der kinematischen Viskosität aufgrund der gleichzeitigen Wirkung von Oxidation und Aminifizierung beobachtet.

Impact of future fuels on lubricants – Ammonia as a carbon-free alternative

Carbon-neutral fuels for combustion engines

The transition of the mobility sector to carbon-free operation is one of the largest challenges of this decade. There are several applications, where internal combustion engines cannot be substituted by electric alternatives, e.g., large marine engines. For such applications, ammonia is considered a sustainable and carbon-free alternative thanks to its easy storage and relatively high energy density. However, there is a lack of knowledge about the compatibility of ammonia with existing engines, surfaces, seals, and lubricants.

Chemical interactions between lubricants and future fuels – Novel methods for laboratory testing

Initially, two bench-top reactors working at atmospheric pressure were designed to simulate the interactions present in the combustion chamber. Subsequently, an in-depth methodology setup was performed to select the most expressive alteration parameters. This included temperature, ammonia and nitrogen-dioxide concentration as well as the amount of water as another combustion product. The results of the methodology setup were published in an open-access peer-reviewed publication.

Artificial alterations with various gas compositions showed that ammonia reacts with the lubricant components. Conventional oil parameters, such as oxidation or acidification (total acid number), remain generally low even with a stoichiometric air-ammonia mixture. One of the impacts of ammonia was an increase in viscosity, which correlated with both the oxidation as well as the aminification of the lubricant. However, ammonia negatively impacts performance parameters. With the stoichiometric air-ammonia mixture, a decrease in the load-carrying capacity (Fig. 1 left), an increase in deposit formation (Fig. 1 right), and a disproportionate increase in kinematic viscosity due to the simultaneous effects of oxidation and aminification were observed.

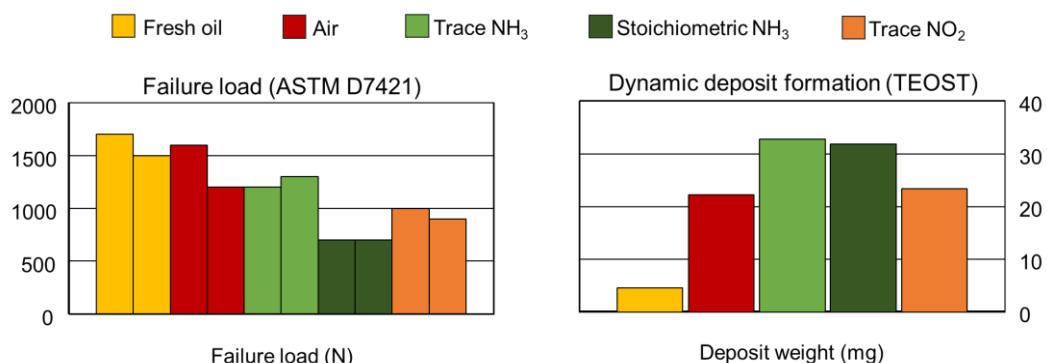


Abb. 1: Schmierstoffeigenschaften nach künstlichen Alterungen in Luft, Ammoniak und Stickstoffdioxid, links: Lasttragfähigkeit, rechts: Ablagerungsbildung

Fig. 1: Lubricant properties after artificial alterations in air, ammonia, and nitrogen dioxide left: load-carrying capacity, right: deposit formation

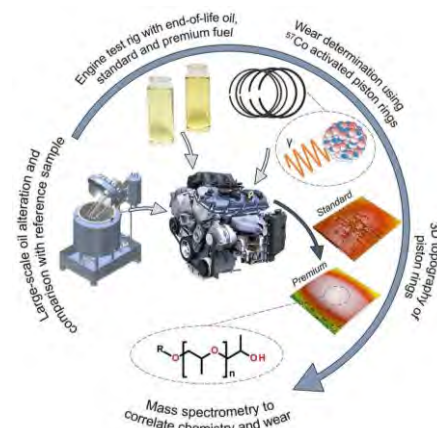
Highlighted publications

Improving sustainability by enhanced engine component lifetime through friction modifier additives in fuels

M. FRAUSCHER, A. AGOCS, T. WOPELKA, A. RISTIC, B. RONAI

Fuel (2024)

Engine test rig runs with a standard and a friction modifier containing premium fuel using an artificially altered close to end-of-life oil were conducted. Friction modifier and antiwear additives were completely degraded in the oil at the start of the test. Radioisotope activated piston rings were utilized in the engine, which allowed wear determination via radioisotope concentration measurements. Additionally, 3D topography of the piston rings and determination of the iron content in the engine oil were performed to determine wear that occurred during the test. The results of the engine test runs show a comparable fuel dilution with standard and premium fuels, namely 0.84 - 0.98 m% and 0.69 - 0.80 m% respectively, which indicates comparable physical interactions between the engine oil and the two fuel formulations. All 3 independent methods for wear measurement confirmed that the premium fuel containing friction modifier results in an overall superior wear protection compared to standard fuel. Mass spectrometry of oil aliquots from the engine test rig runs showed an accumulation of friction modifier in the end-of-life engine oil, which explains the better tribological characteristics observed in this case. Accordingly, application of friction modifier in fuels can lead to increased oil change intervals since the wear protection is acceptable even in case of an end-of-life oil condition and potentially improved engine component lifetime. Both factors offer economic and environmental benefits.

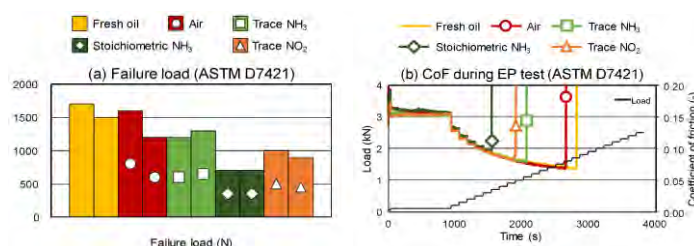


The impact of ammonia fuel on marine engine lubrication: An artificial lubricant ageing approach

A. AGOCS, M. RAPPO, N. OBRECHT, C. SCHNEIDHOFER, M. FRAUSCHER, C. BESSER

Lubricants (2023)

This study provides a methodology with which to evaluate the impact of ammonia on engine oil degradation via artificial oil alteration. By using an admixture of various contaminations to air, such as ammonia and its partial combustion product nitrogen dioxide, their respective impacts on chemical oil degradation were assessed. Subsequently, the lubricating performance of altered oils was investigated, with a focus on corrosion properties, deposit formation, and load-bearing capability. Although the application of a stoichiometric ammonia-air mixture resulted in less pronounced thermo-oxidative degradation compared to alteration with neat air, static and dynamic deposit formation as well as corrosion properties and load-bearing capability were severely impacted by the presence of ammonia. On the contrary, nitrogen dioxide contamination resulted in higher oxidation and acidification of the oil, but altered samples performed considerably better than ammonia-altered aliquots in terms of coking tendencies, corrosivity, and load bearing.



Laboratory robustness validation of a humidity sensor system for the condition monitoring of grease-lubricated components for railway applications

K. DUBEK, C. Schneidhofer, N. Dörr, U. Schmid

Journal of Sensors and Sensor Systems (2024)

In this study, a new approach for water detection in lubricated wagon components is presented that is based on commercially available humidity sensors. The core element of this sensor system is a robust humidity sensor mounted in the immediate atmosphere of the grease-lubricated wagon axle bearing. In the case of water intake, the humidity of the gaseous atmosphere above the grease increases and can be detected by the customized sensor concept Humidity Sensor in Axle Bearings (HSAB). As this sensor system has to be sufficiently robust, it must be able to withstand environmental impact factors. The most important of these factors are temperature, relative humidity, and mechanical load, like vibrations and shocks, depending on the relevant railway application. To mimic these field effects under controlled laboratory conditions, the "lab-to-field" approach was set up and employed. Of the utmost importance was the installation of a development environment for the sensors that enabled the transfer of laboratory results to the respective rail field application. As a result, the HSAB system shows promise with respect to enhancing the reliability of railway wagons and decreasing maintenance costs, thereby reducing the downtime of railway wagons significantly.



FORSCHUNGSBEREICH 4

Synaptic Tribology

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

Ein Fokus ist die Entwicklung neuer Test- und Analysemethoden gelegt, um das tribologische Systemverhalten unter Spezialbedingungen zu verstehen. Dazu wird insbesondere Infrastruktur für Tribosysteme in Wasserstoffatmosphäre aufgesetzt, von „einfachen“ Auslagerungstests, über tribologische Versuche bis hin zur High-End Analytik von Wasserstoffkontamination. So wird das Systemverhalten von Bauteilen unter Wasserstoffatmosphäre vorhergesagt.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung neuer Werkstoffe und Schmierstoffe die einen weit geringeren ökologische Fußabdruck als klassische Lösungen aufweisen. Hier wird insbesondere darauf geachtet, kritische Rohstoffe zu ersetzen und nachhaltige Lösungen aus erneuerbaren Quellen oder mittels Recyclings zu nutzen. Dies wird mit numerischen Methoden (z.B. reaktive Molekulardynamik) zur Vorselektion von möglichen Lösungen erreicht und dann durch Herstellung der Werkstoffe und mittels tribologischer Experimente im Detail erforscht und verfeinert.

Forschungsschwerpunkte:

- Online-Messung von tribologischen Daten und Erfassung versteckter Vorgänge mit High-End Analytik
- Entwicklung von Test- und Analysemethoden für Systeme unter Wasserstoffatmosphäre
- Analyse von mehrdimensionalen Daten mit Methoden der Statistik und künstlichen Intelligenz
- Entwicklung von nachhaltigen Tribosystemen durch grüne Schmier- und Werkstoffe



Research Area Leader

Dr.mont. Markus VARGA, MSc

AC2T research GmbH

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

RESEARCH AREA 4

Synaptic Tribology

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

Special focus is put on the development of test infrastructure and analytical methods for the investigation of tribosystem behaviour under extreme environments. Thereto, infrastructure for the investigation of tribosystems in hydrogen atmosphere is developed, from “simple” exposure tests to tribotests until high-end analytics for hydrogen contamination. With these methods, the system behaviour under hydrogen atmosphere is predicted.

Another focus is the development of new materials and lubricants featuring a significant lower ecological footprint than classic solutions. Here, especially critical raw materials are replaced and sustainable solutions from renewable sources or recycling a searched. This is achieved with numerical methods (e.g., reactive molecular dynamics) to pre-select possible solutions, and then the materials are produced and researched and refined in detail in tribological experiments.

Research topics:

- On-line measurement of tribological data and elucidation of hidden phenomena with high-end analytics
- Development of test- and analytical infrastructure for systems under hydrogen atmosphere
- Evaluation of multidimensional data by modern statistics and artificial intelligence
- Development of sustainable tribosystems via green lubricants and materials

Optimierung industrieller Walzprozesse**Mikroskopische Kontaktsituation zur Optimierung industrieller Walzprozesse**

Das Forschungsziel war die Entwicklung eines neuen Reibungsmodells, welches als tribologisches Vorhersageinstrument in der Metallverarbeitung, z. B. dem Warmwalz-prozess von Aluminiumblechen, dient. Ein zuverlässiges Reibungsmodell in Metallbearbeitungsprozessen trägt dazu bei, die Genauigkeit und Effizienz zu erhöhen und damit Kosten und Energieverbrauch zu senken.

Die Reibungskräfte im Kontakt eines Metallwarmwalzprozesses sind entscheidend für die Qualität des gewalzten Werkstücks, sowohl für die Glattheit der Oberfläche als auch für die erzeugten Materialeigenschaften aufgrund der Verformung. Während des Umformprozesses muss die Reibung den konstanten Transport des Blechs durch den Kontakt sicherstellen, wobei eine zu hohe Reibung zu einer Verschlechterung der gewalzten Oberfläche sowie zu einem unverhältnismäßig hohen Energieverbrauch führt. Mit derzeit gängigen Vereinfachungen, wie der Verwendung eines konstanten Coulomb'schen Reibungskoeffizienten, ist die Optimierung des Prozesses in Bezug auf Energie und Kosten nicht möglich. In dieser Arbeit wurde ein Modell zur Vorhersage der Reibung entlang des Kontakts eines Warmwalzstichs entwickelt, das thermoviskoplastische Materialeigenschaften der Aluminiumlegierung (makroskopisches Modell), die Topografie der Walze und die Darstellung des Kontaktbereichs in Kontaktfeldern (mikroskopisches Modell), analytische Modelle und Tribometerversuche umfasst.

Auswirkungen und Effekte

Die Reibung hängt davon ab, wie sich die Bildung von Schmierstoffaschen, mikroplastohydrodynamische Schmierbereiche, Tribofilmbildung und Metallkontaktstellen während des Umformprozesses in der Kontaktfläche entwickeln. Plastische Kontakte mit hohem Kontaktflächenanteil werden stark von der Masseverformung beeinflusst. Mit zunehmender Anzahl der sich berührenden Unebenheiten beginnen die auf sie wirkenden Spannungsfelder zu interagieren, was zu plastischem Fließen im Substrat führt. Mit den modellierten Oberflächen und eines etablierten Abflachungskontaktmodells können bei bekannten rheologischen Eigenschaften der Schmierstoffe die Schmierstoffeinschlüsse und ihre Auswirkungen auf die reale Kontaktfläche quantifiziert werden. Mit diesem Reibungsmodell kann die Oberflächentopografie der Walzen unter Berücksichtigung der Schmierungsbedingungen zur Erzielung eines stabilen und Walzprozesses optimiert werden.

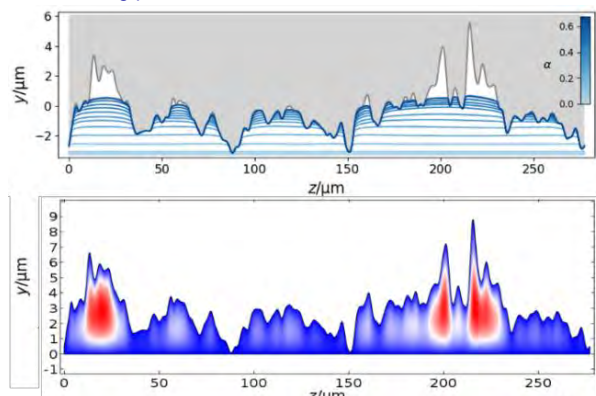
Optimizing industrial rolling processes**Microscopic contact situation to optimize industrial rolling process**

The goal of this work was to develop a new friction model, which serves as a predictive tool in the context of tribology in metalworking, for example, the hot rolling process of aluminium sheets. A reliable friction model in metalworking processes ultimately contributes to increase accuracy, efficiency, and thus decreasing costs and energy of the process.

The friction forces in the contact of a metal hot rolling processes are crucial for to the quality of the rolled workpiece, both for the smoothness of the surface and for the produced material properties due to deformation. During the deformation process, friction has to ascertain the constant transport of the metal through the contact whereas too high friction leads to deterioration of the rolled surface as well as unproportional energy consumption. Common simplifications, such as the use of a constant Coulomb friction coefficient, hinder the optimization of the process in terms of energy and costs. In this work, a model for friction prediction along the contact of a hot rolling pass was developed, including thermo-viscoplastic material properties of the aluminium alloy (macroscopic model), topography of the roll and representation of the contact region in contact patches (microscopic model), analytical models, and tribometer experiments.

Impact and effects

Friction depends on how the formation of lubricant pockets, microplastohydrodynamic lubrication regions, tribofilm formation and metal contact spots develop in the contact zone during the forming process. Plastic contacts involving high fractional contact area are greatly affected by the bulk deformation: as the number of asperities in contact increases, the stress fields acting on them begin to interact, triggering plastic flow in the substrate. With the modelled surfaces and an established flattening contact model, lubricant entrapment and its effect on the real contact area can be quantified, making it possible to provide rheological properties of the lubricants. This friction model can be used to optimize the surface topography of the rolls, considering the lubrication conditions in order to achieve a stable rolling process.



Oben: Mikroskopische Verformung des weichen Materials aufgrund der Mikrotopografie der starren Walze;

Unten: Hydrodynamische Druckverteilung des Schmierfilms in der Oberflächenrauheit

(Grafik: AC2T research GmbH)

Top: Microscopic deformation of the soft material due to the micro-topography of the rigid roll;

Bottom: Hydrodynamic-pressure distribution of the lubricant flow in the
(Image: AC2T research GmbH)

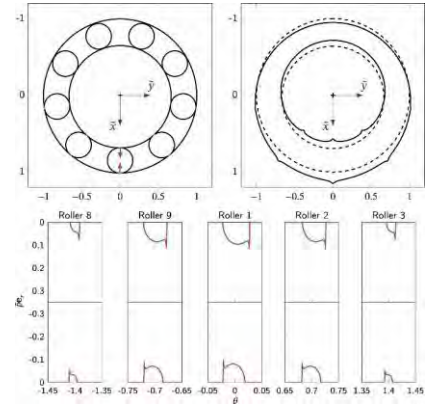
Highlighted publications

On the role of viscoelasticity in polymer rolling element bearings: Load distribution and hysteretic losses

M. SANTERAMO, C. PUTIGNANO, G. VORLAUFER, S. KRENN, G. CARBONE

In this paper, we present a Boundary Element methodology to numerically investigate the operation of a viscoelastic rolling element bearing in steady-state conditions. The methodology is fully general, able to deal with any real linear viscoelastic material, and relies on the *ad hoc* definition of steady-state viscoelastic Green's functions that intrinsically consider the circular geometry of the domain. From an applicative point of view, the assessment of this contact problem is crucial: we show that the distribution of the load among the rollers is different from what is predicted in purely elastic conditions, with some rollers eventually losing the contact with the raceways for some speed values. This has dramatic consequences not only on the rolling element bearing durability but may impact the rotor dynamics of the system supported by the bearing. Furthermore, our analysis assesses the viscoelastic torque pointing out the sources of hysteretic dissipation. Finally, to corroborate our model, numerical predictions for a rolling element bearing with the outer ring made of Polytetrafluoroethylene (PTFE) are compared, with good agreement, to experimental outcomes.

Mechanism and Machine Theory (2023)

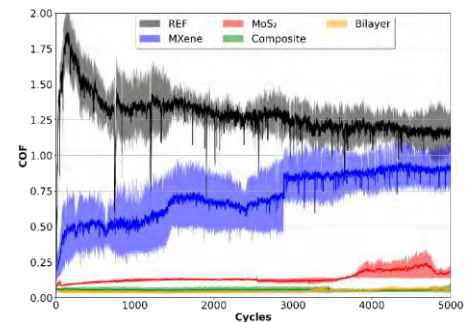


Vacuum tribology of multi-layer $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ and $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x/\text{MoS}_2$ hybrid coatings

G. BOIDI, D. F. ZAMBRANO, C. JOGL, M. RODRÍGUEZ RIPOLL, M. VARGA, A. ROSENKRANZ

This paper aims at scrutinizing the frictional and wear performance of multi-layer $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ and $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x/\text{MoS}_2$ hybrid coatings used as solid lubricants under vacuum by reciprocating sliding tests using a pin-on-disc vacuum tribometer having MoS_2 coatings as reference. To understand the involved friction and wear mechanisms as well as to elucidate the involved tribolayer formation, the wear tracks were analysed post-mortem by scanning electron microscopy and X-ray photoelectron spectroscopy. Our results evidenced that multi-layer $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ are not a suitable solid lubricant under vacuum conditions (friction higher than MoS_2 coatings). In contrast, MXene/ MoS_2 hybrid coatings outperformed the pure MoS_2 coatings thus displaying the best tribological performance, experiencing low friction for the entire test duration and reduced wear. Therefore, MXene/ MoS_2 hybrid coatings proved immense potential as anti-friction and wear resistance coatings for future work and prospective space applications.

Applied Materials Today (2024)

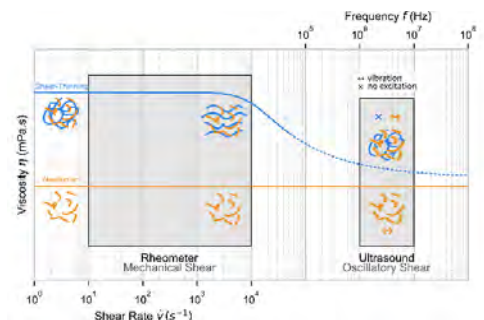


In-situ ultrasonic viscometry of lubricants under temperature and shear

G. PERETTI, N. BOUSCHARAIN, N. DÖRR, F. VILLE, R.S. DWYER-JOYCE

Understanding the behaviour of engine and gear oils, especially the viscosity, under temperature and shear is important to improve machine operation. A novel viscometer using ultrasound is presented and used under a range of temperatures. A single cross-temperature (between 20 °C and 60 °C) ultrasonic calibration is shown to be sufficient. Next, the ultrasonic viscometer is compared to a conventional viscosity measurement technique for Newtonian and non-Newtonian lubricants. Newtonian viscosity standard fluids and shear-thinning engine oils are studied. Both viscosity measurement techniques match for Newtonian fluids but ultrasonic measurements are consistently lower for shear-thinning fluids. It suggests that the ultrasonic viscometer is similar to a high-shear viscometer with a shear rate of about 10^6 s^{-1} .

Tribology International (2024)

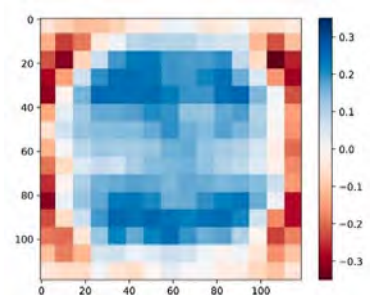


Robust statistical methods for high-dimensional data, with applications in tribology

P. PFEIFFER, P. FILZMOSER

Data sets derived from practical experiments often pose challenges for (robust) statistical methods. In high-dimensional data sets, more variables than observations are recorded and often, there are also data present that do not follow the structure of the data majority. In order to handle such data with outlying observations, a variety of robust regression and classification methods have been developed for low-dimensional data. The high-dimensional case, however, is more challenging, and the variety of robust methods is much more limited. The choice of the method depends on the specific data structure, and numerical problems are more likely to occur. We give an overview of robust methods as well as implementations and demonstrate the application with two high-dimensional data sets from tribology. We show that robust statistical methods combined with appropriate pre-processing and sampling strategies yield increased prediction performance and insight into data differing from the majority.

Analytica Chimica Acta (2023)





Geräteausstattung

Equipment

Tribosystem-Charakterisierung

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

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

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

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

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

Ring-Reibungs- und Verschleiß Tribometer mit Heizofen (bis zu 1.000 °C)
Ring Friction and Wear Tribometer with Heating Unit (up to 1,000 °C)

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

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

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

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

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

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

Universelles Tribometer TriboLab™
Universal Mechanical Tester TriboLab™

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

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

Gleitlager Tribometer für Dauerlauf test (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

Dauerlaufbänke für tribologische Systeme
Test Rigs for tribological systems



Technologien zur Werkstoff- & Oberflächengestaltung

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

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

Prall-Abrasion-Tribometer
Impeller Tumbler Tribometer

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

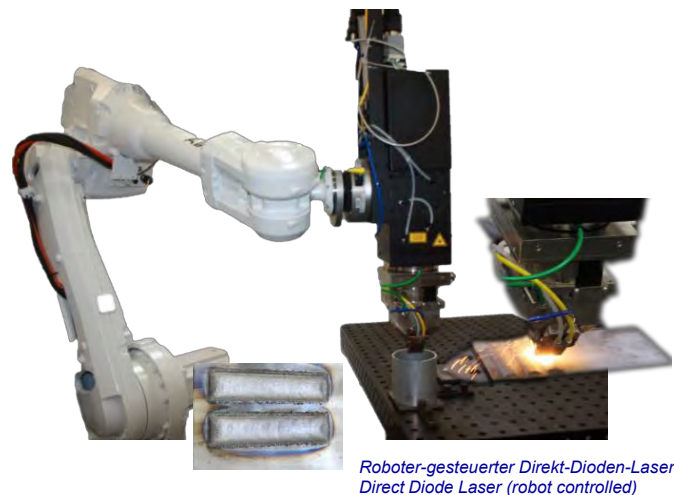
ASTM G65 Reibradprüfgerät mit ASTM B611
„Slurry“-Prüfeinheit
ASTM G65 Dry Sand / Rubber Wheel Tester with ASTM B611
Slurry Unit

Hochtemperatur-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)



Surface Processing & Design

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 Ionenfeinstrahleinheit (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)

Permeabilität-Messgerät (für zylindrische und ebene Proben)

Permeability Measuring Systems (for cylindrical and planar samples)



Rasterelektronenmikroskop
Scanning Electron Microscope



3D-Profilometer



Nanoindenter Testkammer
Nanoindenter Test Chamber

Schmierstoffe und Schmierstoffanwendungen

Lubricants and Lubrication

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

Fourier-Transform-Infrarot-Mikroskop
Fourier Transform Infrared Microscope

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

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

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

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

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

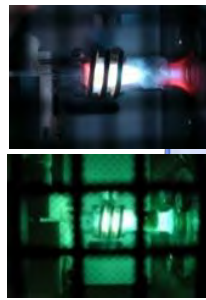
Klein-Verkokungstester, GFC Lu 27-T-07
Micro-Coking Tester, GFC Lu 27-T-07

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



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

Messgerät zur Bestimmung von Partikelgrößen
Measuring Device for Determining Particle Sizes

Apparate zur Bestimmung von:
Device for the Determination of:

Demulgiervermögen, ASTM D 1401
Water Separability, ASTM D 1401

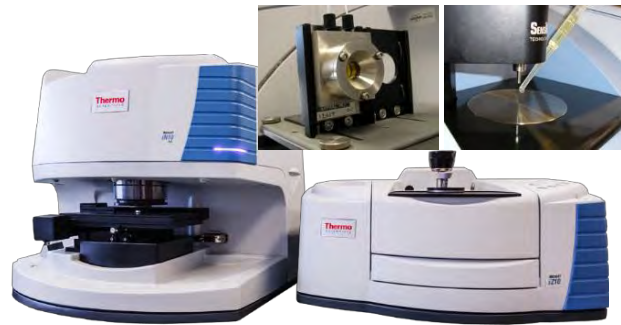
Luftabscheidevermögen, DIN 51381
Air Release Behaviour, DIN 51381

Schaumverhalten, ASTM D 892
Foaming Characteristics, ASTM D 892

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



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



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



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

Erweiterte chemische Analytik

Gaschromatograph gekoppelt mit Flammen-Ionisations-Detektor
und Triple-Quadrupol-Massenspektrometer (GC-FID-MS)
Injektionssysteme: Flüssiginjektion für Proben in Lösung,
Pyrolyse für feste oder hochmolekulare Proben, Headspace
für flüchtige Verbindungen, 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*

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)*

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



Advanced Chemical Analysis

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

Tribosystem-Modelling & Simulation

LINUX HPC Cluster mit 1.344 Prozessorkernen (25 TFlops)
LINUX HPC Cluster with 1,344 Processor Cores (25 TFlops)

Software zur numerischen Simulation von tribologischen Vorgängen, sowie für Datenwissenschaften
Software for the Numerical Simulation of Tribological Phenomena and for Data Science

Comsol Multiphysics Finite Elemente
Comsol Multiphysics Finite Elements

Ansys Simulationssoftware
Ansys Engineering Simulation Software

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

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

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

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

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

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

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

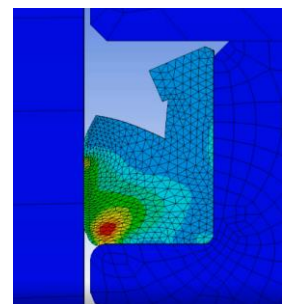
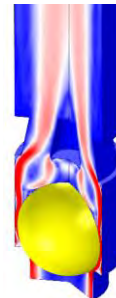
VASP (für Ab-initio Berechnungen)
VASP (for ab-initio calculations)

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

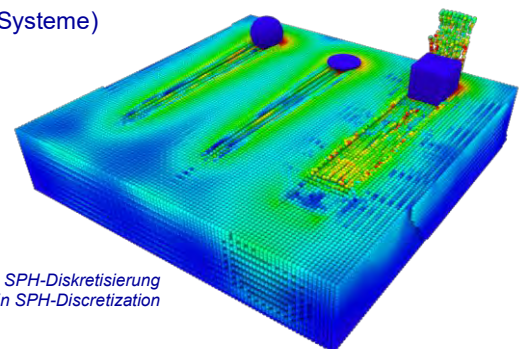
R (zur statistischen Datenanalyse)
R (for statistical data analysis)

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

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



Mechanische Simulation einer Dichtung
 Mechanical simulation of a seal



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

Tribologie-fokussierte Messtechnik

Radio-Isotope Concentration (RIC) Methode (Verschleißmessung im nm-Bereich basierend auf radioaktiven Isotopen)

Radio-Isotope Concentration (RIC) Method (nm wear measurement based on radioactive isotopes)

Streulichtsensor (zur berührungslosen Charakterisierung von technischen Oberflächen)

Light-Scattering Sensor (for non-contact characterisation of tribological surfaces)

3D Scanner Artec Leo

3D Scanner Artec Leo

Abstandsmess-Sensorsysteme (nm- bis mm-Bereich)

Distance Measurement Sensor Systems (nm- to mm-range)

Hochleistungsstromquellen:

SM 70-CP-450 (0-70 V, -450 bis +450 A) und SM 500-CP-90 (0-500 V, -90 bis +90 A)

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

Beschleunigungssensoren und Hochleistungsmikrofon

Accelerometers and High-Performance Microphone

Körperschall-Messsystem im Hochfrequenzbereich (bis 3 MHz)

Acoustic Emission Method (AE) in High-Frequency Range (up to 3 MHz)

Ultraschall-Messsystem

Ultrasonic Measurement System

Echtzeitfähige Entwicklungsumgebung PXIe-1095

Real Time Capable Development Environment PXIe 1095

Zeitraffer-Kamerasystem

Fast Motion Camera System

Hochgeschwindigkeitskamera (30.000 Bilder/s)

High Speed Camera (30,000 images/s)

Infrarot-Kamera (bis zu 2.500°C)

Infrared Camera (up to 2,500°C)

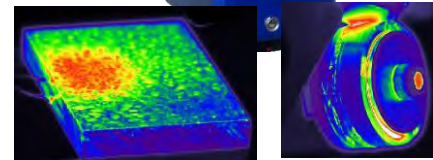
Metrology in Tribology



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



*Infrarot-Kamera
Infrared Camera*



Konstruktion & Prototyping

Werkstattgeräte zur Herstellung von Proben und Prototypen (z. B. Schneiden, Fräsen, Bohren, Schweißen, Schleifen, Polieren)

Work-Shop-Equipment for Sample and Prototype Manufacturing (e. g., cutting, milling, drilling, welding, grinding, lapping)

Labor zur Entwicklung von Sensoren & Sensorsystemen

Laboratory Equipment for Sensor & Sensor System Development

CAD-Software (Solid Works)

CAD-Software (Solid Works)

LabVIEW Echtzeit Software-Modul

LabVIEW Real-Time Software Module

Engineering & Prototyping

Aktuelle Infrastrukturerweiterungen

Gefördert durch Mittel des Landes Niederösterreich



Current infrastructure upgrades

5DVIZ

5-dimensionale Visualisierung, bestehend aus: 3D Scanning Laser-Doppler Schwingungsmessgerät (Oberflächenschwingungen bis zu 25 MHz) & Hochgeschwindigkeits-Kamera (bis zu 2,45 Mio. Bilder/s) & Hochgeschwindigkeits-Infrarot-Kamera (bis zu 2.000°C)

5DVIZ

5-Dimensional Visualization consisting of: 3D Scanning Laser-Doppler Vibrometer (surface vibrations up to 25 MHz) & High-Speed Camera (up to 2.45 mio. images/s) & High-Speed Infrared-Camera (up to 2,000°C)



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

Hy3MS

Erweiterte Instrumentierung auf der Grundlage der Massenspektrometrie, bestehend aus einem Gaschromatographie-System (Comprehensive GC oder 2D GC (GC x GC); Probenaufgabe: Headspace, PTV, SSL; Detektoren: Wärmeleitfähigkeitsdetektor, FID und hochauflösende MS/MS-Massenspektrometrie), Tribid-Massenspektrometrie (ESI, APCI, SICRIT, DI, Kopplung mit HPLC und GC), Gasphasenanalysator Quadrupol-Massenspektrometer, H₂-Generator, Glove-Box-System, Hochdruck-Tribometerzelle (bis zu 100 bar, für H₂ und NH₃-Umgebung)

Hy3MS

Extended instrumentation based on Mass Spectrometry consisting of Gas Chromatography System (Comprehensive GC oder 2D GC (GC x GC), Sample application: Headspace, PTV, SSL; detectors: Thermal Conductivity Detector, FID and high-resolution MS/MS Mass Spectrometry), Tribid Mass Spectrometry (ESI, APCI, SICRIT, DI, coupling to HPLC and GC), Gas Phase Analyzer Quadrupol Mass Spectrometer, H₂-generator, glove box system, high-pressure tribometer cell (up to 100 bar, for H₂ and NH₃ environment)



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

bioXS

Offene Röntgenquelle für In-situ-Untersuchungen von Spannungsphänomenen, sowie elementare und kristallographische Untersuchungen, bestehend aus einer Hochfluss-Mikrofokus-Röntgenquelle mit 4 Targets (Wolfram, Silber, Molybdän, Kupfer), einem großflächigen Röntgendetektor (Dectris 4M, CdTe-Technologie), einem Silizium-Drift-detektor, einem In-situ-Tribometer, einer Eulerwiege und Goniometer

bioXS

Open X-ray source for in-situ studies of stress phenomena, elemental and crystallographic studies consisting of a high flux micro focus X-ray source with 4 targets (tungsten, silver, molybdenum, copper), large X-ray area detector (Dectris 4M, CdTe technology), silicon drift detector, in-situ tribometer, Euler cradle and goniometer



Offene Röntgenquelle für In-situ-Untersuchungen
Open X-ray source for in-situ studies



Publikationen im Geschäftsjahr

Publications in the Business Year

Im Folgenden sind die für den Berichtszeitraum relevanten Publikationen zusammengestellt, die unter Mitarbeit von AC²T-Angehörigen, und/oder mit finanzieller Unterstützung von AC²T im Rahmen öffentlich-rechtlich teilfinanzierter Kooperationsprojekte, 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 within the framework of public-law co-financed cooperation projects.

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

Begutachtete Publikationen in Fachzeitschriften

Reviewed Journal Publications

- Freisinger M., Pichelbauer K., Trummer G., Six K.:** Influence of thermal loading parameters and microstructure on the formation of stratified surface layers on railway wheels, *Journal of Rail and Rapid Transit*, Vol 238 Is 2, Sage Journals, ISSN 0954-4097, DOI 10.1177/09544097241229121, 2024
- Piovesan A.S., **Schirru M., Tatzgern F.,** Medeiros J., Costa H.: Effect of oil acoustic properties on film thickness measurement by ultrasound using spring and resonance models, *Lubricants*, Vol 12 Is 4, p 108, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants12040108, 2024
- Leban B., Russo M., **Freudenberger M., Trausmuth A., Varga M., Vernes A.:** Applicability of an Hertzian-type contact model for wheel-rail pairings as seen by an improved post-processing scheme for ultrasonic data, *Tribol. Int.*, Vol 195, 109593, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.triboint.2024.109593, ISSN 0301-679X, 2024
- Kretschmer A.: Explaining the entropy forming ability with the atomic size mismatch, *scientific reports*, Vol 14, Article number 7210, Springer Nature, ISSN 1872-8456, DOI 10.1038/s41598-024-57456-6, 2024
- Frauscher M., Pichler J., Agocs A.,** Dewitz B., Drexler T., Orfanidis A.: Root causes for low-temperature filter blocking at petrol stations – A field study, *Fuel*, Vol 366, 131304, Elsevier B.V., ISSN 0016-2361, DOI <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.131304>, 2024
- Ehrich H.J., Dollmann A., Grützmaier P.G., Gachot C., **Eder S.J.:** Automated identification and tracking of deformation twin structures in molecular dynamics simulations, *Computational Materials Science*, Vol 236, 112878, Elsevier B.V., ISSN 1879-0801, DOI 10.1016/j.commatsci.2024.112878, 2024
- Dubek K., Schneidhofer C., Dörr N.,** Schmid U.: Laboratory robustness validation of a humidity sensor system for the condition monitoring of grease lubricated axle box bearings, *JSSS*, Vol 13, Is 1, p 9-23, AMA Association for Sensors and Measurement, ISSN 2194-878X, DOI 10.5194/jsss-13-9-2024, 2024
- Pöllinger A., Maurer J., Koch T., **Krenn S.,** Plank B., Schwarz S., Stöger-Pollach M., Siakkou E., Smrczkova K., Schöbel M.: Characterization of PPS piston and packing ring materials for high-pressure hydrogen applications, *Polymers*, Vol 16 is 3, MDPI AG, ISSN 2073-4360, DOI 10.3390/polym16030412, 2024
- Freisinger M.,** Fellner S., Gammer C., Riedl H., Hahn R.: Stratified surface layers affecting crack propagation in wheel-rail contacts, *Tribol. Int.*, Vol 192, 109319, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2024.109319, 2024
- Dollmann A., Kübel C., Tavakoli V., **Eder S.J.,** Feuerbacher M., Liening T., Kauffmann A., Rau J., Greiner C.: Deformation twins as a probe for tribologically induced stress states, *communications materials*, Vol 5, article-nr. 4, Springer Nature, ISSN 2662-4443, DOI 10.1038/s43246-023-00442-8, 2024
- Harter T., Wagner A., Wolfbauer A., Bernt I., Mautner A., Kriechbaum M., **Nevošad A.,** Hirn U.: The influence of viscose fibre properties on the absorbency of feminine hygiene tampons – the pivotal role of cross-sectional geometry, *Cellulose*, Springer Nature, ISSN 1572-882X, DOI 10.1007/s10570-023-05641-7, 2023
- Wagner L.,** Braun S., Scheichl B.: Simulating the opening of a champagne bottle, *Flow*, Vol 3 E40, Cambridge University Press, ISSN 2633-4259, DOI 10.1017/flo.2023.34, 2023
- Boidi G.,** Zambrano D., Broens M.I., Moncada D., **Varga M., Rodriguez Ripoll M., Badisch E.,** Escalona N., Grützmaier P.G., Gachot C., Rosenkranz A.: Influence of ex-situ annealing on the friction and wear performance of multi-layer Ti3C2Tx coatings, *Applied Materials Today*, Vol 36, 102020, Elsevier B.V., ISSN 2352-9407, DOI 10.1016/j.apmt.2023.102020, 2023
- Peretti G., Bouscharain N., **Dörr N.,** Ville F., Dwyer-Joyce R.: In-situ ultrasonic viscometry of lubricants under temperature and shear, *Tribol. Int.*, Vol 191, 109210, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2023.109210, 2023
- Freisinger M., Rodriguez Ripoll M.,** Hahn R.: Unveiling the mechanical properties of near-surface microstructures in tribological contacts via in-situ micro-bending tests, *Tribol. Int.*, Vol 191, 109190, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2023.109190, 2023
- Pöllinger A., Koch T., **Krenn S.,** Wilde F., Tolnai D., Plank B., Heupl S., Bernardi J., Whitmore K., Langela M., Seichter S., Schöbel M.: Thermo-mechanical properties and internal architecture of PI composites for high-pressure hydrogen applications, *Polymer*, Vol 289, 126500, Elsevier B.V., ISSN 0032-3861, DOI 10.1016/j.polymer.2023.126500, 2023
- Jech M., Hofer A., Tomastik C.,** Wopelka T., Gachot C.: Influence of artificially altered engine oil on tribofilm formation and wear behaviour of grey cast cylinder liners, *Lubricants*, Vol 11, Is 11, p 476, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants11110476, 2023
- Wirkner J., Bäse M., **Lebel A.,** Pflaum H., Völkel K., Pointner-Gabriel L., **Besser C.,** Schneider T., Stahl K.: Influence of water contamination, iron particles, and energy input on the NVH behavior of wet clutches, *Lubricants*, Vol 11 Is 11, p 459, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants11110459, 2023
- Frauscher M., Agocs A., Wopelka T., Ristic A., Ronai B.,** Holub F., Payer W.: Improving sustainability by enhanced engine component lifetime through friction modifier additives in fuels, *Fuel*, Vol 358, 130102, Elsevier B.V., ISSN 0016-2361, DOI 10.1016/j.fuel.2023.130102, 2023
- Sequard-Base P., Koch A., Müller C., **Eder S.J.,** Sequard-Base J.: Velocity dependence of barrel friction, *Tribol. Int.*, Vol 189, 108964, Elsevier B.V., ISSN 0301-679X, DOI 10.1016/j.triboint.2023.108964, 2023
- Freisinger M., Jakab B., Pichelbauer K.,** Trummer G., Six K., Mayrhofer P.H.: Fatigue crack initiation in the presence of stratified surface layers on rail wheels, *Int. J. of Fatigue*, Vol 177, 107958, Elsevier B.V., ISSN 0142-1123, DOI 10.1016/j.ijfatigue.2023.107958, 2023

Pfeiffer P., Filzmoser P.: Robust statistical methods for high-dimensional data, with applications in tribology, *Analytica Chimica Acta*, Vol 1279, 341762, Elsevier B.V., ISSN 0003-2670, DOI 10.1016/j.aca.2023.341762, 2023

Agocs A., Nagy A.L., **Ristic A.**, Tabakov Z., Raffai P., **Besser C.**, **Frauscher M.**: Oil degradation patterns in diesel and petrol engines observed in the field – An approach applying mass spectrometry, *Lubricants*, Vol 11, p 404, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants11090404, 2023

Kumar R., Antonov M., **Varga M.**, **Rodriguez Ripoll M.**, Hussainova I.: Synergistic effect of Ag and MoS₂ on high-temperature tribology of self-lubricating NiCrBSi composite coatings by laser metal deposition, *Wear*, Vol 532-533, 205114, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2023.205114, 2023

Shi Y., Ye W., Hua D., Zhou Q., Huang Z., Lia Y., Li S., Guo T., Chen Y., **Eder S.J.**, Wang H.: Interfacial engineering for enhanced mechanical performance: High-entropy alloy/graphene nanocomposites, *Materials Today Physics*, Vol 38, 101220, Elsevier B.V., ISSN 2542-5293, DOI 10.1016/j.mphys.2023.101220, 2023

Gocerler H., Gachot C., Grützmacher P.G., **Eder S.J.**: Skin as an interface: understanding the synergy of dermatology, biomimetics and tribology, *Tribology and Materials*, Vol 2 Is 3, p 128-153, Balkan Scientific Centre, Belgrade, ISSN 2812-9717, DOI 10.46793/tribomat.2023.013, 2023

Velkavrh I., Dimovski K., Kafexhiu F., Wright T.: Enhanced efficiency in coefficient of friction evaluation through automated data processing, *T & S Tribologie & Schmierungstechnik*, 3/2023, 70 Jahrgang, p 22-26, expert Verlag, ISSN 0724-3472, DOI 10.1016/j.wear.2023.205114, 2023

Ausserer F., Velkavrh I., Kafexhiu F., Gachot C.: Integration of a gas pressure chamber on a reciprocal tribometer for experiments at ambient pressures up to 10 bar, *Ind. Lubr. Tribol.*, Vol 75 Is 8, p 911-918, Emerald Publishing Limited, ISSN 0036-8792, DOI 10.1108/ILT-06-2023-0173, 2023

Freisinger M., **Trausmuth A.**, Hahn R., **Badisch E.**: Influence of the evolution of near-surface rail wheel microstructure on crack initiation by micro-bending investigations, *Journal of Rail and Rapid Transit*, Sage Journals, ISSN 0954-4097, DOI 10.1177/09544097231191550, 2023

Rodrigues B., Bukowska A., Opitz S., Spiewak M., **Budnyk S.**, Kustrowski P., Rokicinska A., Slabon A.: Selective electrochemical recoveries of Cu and Mn from end-of-life Li-ion batteries, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol 197, 107115, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.resconrec.2023.107115, ISSN 0921-3449, 2023

Pope F., Jonk J., Fowler M., Laan P., Geels N., **Drangai L.**, Gitis V., Rothenberg G.: From shrimp balls to hydrogen bubbles: Borohydride hydrolysis catalysed by flexible cobalt chitosan spheres, *Green Chem*, The Royal Society of Chemistry, ISSN 1463-9262, DOI 10.1039/d3gc00821e, 2023

Santeramo M., Putignano C., **Vorlauffer G.**, **Krenn S.**, Carbone G.: On the role of viscoelasticity in polymer rolling element bearings: Load distribution and hysteretic losses, *Mechanism and Machine Theory*, Vol 189, 105421, Elsevier B.V., ISSN 0094-114X, DOI 10.1016/j.mechmachtheory.2023.105421, 2023

Grützmacher P.G., Neuhauser R., Stägel K., Bica-Schröder K., **Boidi G.**, Gachot C., Rosenkranz A.: Combining tailored ionic liquids with Ti₃C₂T_x MXenes for an enhanced load-carrying capacity under boundary lubrication, *Adv. Eng. Mater.*, 2300721, Wiley-VCH, ISSN 1527-2648, DOI 10.1002/adem.202300721, 2023

Vedel D., **Storozhenko M.**, Mazur P., Konoval V., Skoryk M., Grigoriev O., Heaton M., Zavdoveev A.: Wetting and interfacial behavior of Fe, Co, Ni on (Ti, Zr, Hf, Nb,, Ta)C high entropy ceramics, *Open Ceramics*, 100393, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.oceram.2023.100393, 2023

Widder L., **Rojacz H.**, Adam K., Kuttner A., **Varga M.**: Abrasive wear protection in material handling: mechanism-based combination of lab experiments for optimal material selection, *Wear*, Vol 530-531, 204979, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2023.204979, 2023

Marian M., Zambrano D., Rothammer B., Waltenberger V., **Boidi G.**, Krapf A., Merle B., Stampfl J., Rosenkranz A., Gachot C., Grützmacher P.G.: Combining multi-scale surface texturing and DLC coatings for improved tribological performance of 3D printed polymers, *Surf. Coat. Technol.*, Vol 466, 129682, Elsevier B.V., ISSN 0257-8972, DOI 10.1016/j.surfcoat.2023.129682, 2023

Pichler J., **Eder R.M.**, **Widder L.**, **Varga M.**, Marchetti-Deschmann M., **Frauscher M.**: Moving towards green lubrication: tribological behaviour and chemical characterization of spent coffee grounds oil, *Green Chemistry Letters and Reviews*, Vol 16 Is 1, Taylor and Francis Online, ISSN 1751-8253, DOI 10.1080/17518253.2023.2215243, 2023

Grützmacher P.G., Cutini M., Marquis E., **Rodriguez Ripoll M.**, Riedl H., Kutrowatz P., Bug S., Hsu C.-J., Bernardi J., Gachot C., Erdemir A., Righi M.-C.: Se nanopowder conversion into lubricious 2D selenide layers by tribochemical reactions, *Advanced Materials*, 2302076, Wiley-VCH, DOI 10.1002/adma.202302076, ISSN 1521-4095, 2023

Rodriguez Ripoll M., **Torres H.**, Gachot C.: Microstructural design of self-lubricating metals for forming processes and aerospace applications using laser metal deposition, *BHM*, Vol 168 Is 6, p 254-258, Springer-Verlag GmbH, ISSN 0005-8912, DOI 10.1007/s00501-023-01348-1, 2023

Freisinger M., **Trausmuth A.**: Microstructural characterization of near-surface microstructures on rail wheels in service - an insight into "Stratified Surface Layers", *Open Research Europe*, European Commission, ISSN 2732-5121., DOI 10.12688/openreseurope.15881.1, DOI 10.12688/openreseurope.15881.2, 2023

Brenner J., **Kronberger M.**: Tribocorrosive aspects of tungsten carbide, silicon nitride, and martensitic steel under fretting-like conditions, *Lubricants*, Vol 11 Is 5, p 195, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants11050195, 2023

Freisinger M., **Rojacz H.**, **Trausmuth A.**, Mayrhofer P.H.: Severe plastic deformed zones and white etching layers formed during service of railway wheels, *Metallogr. Microstruct. Anal.*, Vol 12, p 515-527, Springer, ISSN 2192-9270, DOI 10.1007/s13632-023-00967-x, 2023

Rojacz H., Nevosad A., Varga M.: On wear mechanisms and microstructural changes in nano-scratches of fcc metals, *Wear*, Vol 526-527, 204928, Elsevier B.V., ISSN 0043-1648, DOI 10.1016/j.wear.2023.204928, 2023

da Cruz M.G.A., Onwumere J., Chen J., Beele B., Maksym Y., **Budnyk S.**, Slabon A., Rodrigues B.: Solvent-free synthesis of photoluminescent carbon nanoparticles from lignin-derived monomers as feedstock, *Green Chemistry Letters and Reviews*, Vol 16, Is 1, Taylor and Francis Online, DOI 10.1080/17518253.2023.2196031, ISSN 1751-8253, 2023

Agocs A., Rappo M., Obrecht N., **Schneidhofer C.**, **Frauscher M.**, **Besser C.:** The impact of ammonia fuel on marine engine lubrication: An artificial lubricant ageing approach, *Lubricants*, Vol 11, 165, MDPI AG, ISSN 2075-4442, DOI 10.3390/lubricants11040165, 2023

Freudenberger M., **Vernes A.**, Fotiu P.: An analytical model of Brinell hardness for power-law hardening materials, *Results in Engineering (RINENG)*, Vol 18, 101056, Elsevier B.V., DOI 10.1016/j.rineng.2023.101056, ISSN 2590-1230, 2023

Buchbeiträge

Book contributions

Jakab B., Franek F.: Anwenderinformationen zum Themengebiet "System Schaber/Walze", 2023

Konferenzbeiträge mit begutachteter Publikation

Conference papers with reviewed publication

Umanskyi O., Kushchev O., **Storozhenko M.**, Martsenyuk I., Terentiev O., Brazhevskiy V., Kostyunik R., Chernyshov O., Mosina T.: Influence of Ni content on microstructure and hardness of Nickel-Graphite abrasable seal coatings produced by plasma spraying, *Solid State Phenom.*, Vol 355, p 101-106, Trans Tech Pub., ISSN 1662-9779, DOI 10.4028/p-jlr7C9, 2024

Storozhenko M., Umanskyi O., Melnyk O., Terentiev O., Chevychelova T., Varchenko V., Koval O., Brazhevskiy V., Chernyshov O.: Microstructure and tribological behavior of plasma sprayed (Ti,Cr)C-Ni composite coatings, *Solid State Phenom.*, Vol 355, p 77-84, Trans Tech Pub., online ISSN 1662-9779, DOI 10.4028/p-2xxtJ, 2024

Widder L., Adam K., Egger M., **Varga M.:** Mechanisms and prevention of skull formation in high temperature extraction system, *AIP Conf. Proc.*, Vol 2989 Is 1, 030001, AIP Publishing, ISSN 0094-243X, DOI 10.1063/5.0189466, 2024

Zellhofer M., **Jech M.**, **Badisch E.**, Ditroi F., Kübler A., Mayrhofer P.H.: Understanding DLC system failure influenced by progressed wear, *Surf. Eng.*, Taylor & Francis Ltd., ISSN 0267-0844, 2023

Trausmuth A., Schmid R., Dinhl G., **Dörr N.:** Guidelines for rail quality selection to increase service life based on wear and fatigue behavior of various wheel and rail materials, *Transportation Research Procedia*, Vol 72, p 4382-4387, Elsevier B.V., ISSN 2352-1465, DOI 10.1016/j.trpro.2023.11.330, 2023

Cihak-Bayr U., **Wopelka T.**, **Wintersteiger C.:** Investigation of friction and scuffing during loss of lubrication on a high velocity twin-disc test rig, *Forschung im Ingenieurwesen*, Springer Nature, ISSN 0015-7899, DOI 10.1007/s10010-023-00717-z, 2023

Puhwein A.M., Hochrainer M.: Investigation of multiple branches in nonlinear oscillators using real-time hybrid testing, *Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series, Dynamic Substructures*, Vol 4, p 23-32, Springer Nature, DOI 10.1007/978-3-031-36694-9_4, ISSN 978-3-031-36693-2, 2023

Dubek K., **Schneidhofer C.**, **Dörr N.**, Schmid U.: Robust sensor system for condition monitoring of lubricated rail vehicle components, *SMSI 2023 Proceedings*, p 102-103, AMA Association for Sensors and Measurement, ISSN 978-3-9819376-8-8, DOI 10.5162/SMSI2023/B3.2, 2023

Konferenzbeiträge

Conference Papers

Rodriguez Ripoll M., **Torres H.**, Podgornik B.: Self-lubricating Ni-base coatings for reducing friction and adhesion in high temperature metal forming of lightweight alloys, *Friction 2024*, Oberhof (DE), 2024

Nothnagel R.M., **Vukonic L.**, **Varadi T.**, Bauer C., Nehrer S., **Franek F.**, **Rodriguez Ripoll M.:** Tribocorrosion performance of CoCrMo manufactured by selective laser melting in simulated body fluids, *Friction 2024*, Oberhof (DE), 2024

Puhwein A.M., Hochrainer M.: Investigation of isolated branches in nonlinear oscillators using real-time hybrid testing, *Program, IMAC 2024*, Orlando (US), 2024

Puhwein A.M., **Jakab B.**, **Haslehner C.**, **Widder F.**, **Thalhammer V.**, Hochrainer M., **Vorlauffer G.**, **Varga M.:** Investigation of the dynamic influences of a two-disc tribometer on wear via highend cameras and vibrometers, *Program, IMAC 2024*, Orlando (US), 2024

Hofer A., **Zellhofer M.**, **Wopelka T.**, Kübler A., **Nevosad A.**, **Jech M.:** Influence of particles on DLC coated journal bearings, *Conference Proceedings 2024, TAE 2024*, Ostfildern (DE), 2024

Nevosad A., **Krenn S.**, **Adler M.**, Cofalka D., Lais S., Gaiser U.: Potential and performance of pure water lubrication in gearboxes, *Conference Proceeding 2024, TAE 2024*, Ostfildern (DE), 2024

Velkavrh I., **Dörr N.:** Friction reducing effect of lubricants applied to organic fibres, *Conference Proceedings 2024, TAE 2024*, Ostfildern (DE), 2024

Tatzgern F., Gigov B., **Kracalik M.**, **Vorlauffer G.**, **Varga M.:** Digital Twin parametrization of a roller bearing based on ultrasonic film thickness measurement, *Conference Proceeding 2024, TAE 2024*, Ostfildern (DE), 2024

Prost J., **Boidi G.**, **Vorlauffer G.**, **Varga M.:** Detection of critical operation in porous journal bearings using machine learning, *Conference Proceedings 2024, TAE 2024*, Ostfildern (DE), 2024

Vernon-Stroud E., Lodhi A., Pessu F., **Delic I., Dörr N., Varga M., Brenner J.**, Morina A.: In-situ hydrogen permeation measurements in lubricated bearing steel contacts using the modified Devanathan-Stachurski cell, Conference Proceedings 2024, TAE 2024, Ostfildern (DE), 2024

Eder S.J., Grützmacher P.G., **Rodriguez Ripoll M., Nevosad A.**, Mohammadtabar K., Martini A., **Dörr N.**, Dini D., Gachot C.: Computational modeling of tribological systems: insights into grinding processes, materials tribology, and tribofilm formation through molecular dynamics, Conference Proceeding 2024, TAE 2024, Ostfildern (DE), 2024

Norrby T., **Frauscher M., Schneidhofer C.**, Novotny-Farkas F.: Base oil solvency and high temperature deposit formation in gas engine oils - a model study, Conference Proceeding 2024, TAE 2024, Ostfildern (DE), 2024

Frauscher M., Gell J., Hick H., **Agocs A.**, Plettenberg M., Kopsch P.: Tribologische Bewertung von synthetischen Kraftstoffen, ÖTG 2023, Linz (AT), 2023

Schneidhofer C., Schandl M., Dörr N., Lugt P.: Erstellung eines Lebensdauermodells für die Oxidationsstabilität von Schmierfetten, ÖTG 2023, Linz (AT), 2023

Freisinger M.: Weiße und braune Ätzsichten in Roll- und Gleitkontakten, ÖTG 2023, Linz (AT), 2023

Pöllinger A., **Krenn S.**, Bernhardt T., Koch T., Bernardi J., Plank B., Maurer J., Schöbel M.: Charakterisierung von Hochleistungspolymeren für trocken laufende Hochdruckkolbenkompressoren, ÖTG 2023, Linz (AT), 2023

Nothnagel R.M., Frauscher M., Franz R., Boidi G.: Potential of bio-based friction modifiers for safe use in food-grade lubrication, Abstracts of the 2nd Annual Conference of the Austrian Society for Rheology, ÖGR - 2nd Annual Conference of the Austrian Society for Rheology 2023, Linz (AT), Vol 59, 2023

Nothnagel R.M., Adler M., Nagl C.: Rheological characterisation of hydraulic lubricants for in hydrogen applications, Conference book, ÖGR - 2nd Annual Conference of the Austrian Society for Rheology 2023, Linz (AT), 2023

Bachlechner C., Zand E., Kauer T., **Nothnagel R.M., Vukonic L., Rodriguez Ripoll M., Varadi T.**, Jäger H.: Creation of a biofilm imitation based on rheological and tribological analyses, abstract booklet, ÖGR - 2nd Annual Conference of the Austrian Society for Rheology 2023, Linz (AT), 2023

Frauscher M.: Performance assessment and design of modern lubricants - (A lab-to-field approach), Tribology Days 2023, Hagen (DE), 2023

Badisch E.: High-performance coatings solving tribological challenges, book of abstracts, HighMatTech 2023, Kiev (UA), online, 2023

Umanskyi O., Kushchev O., **Storozhenko M.**, Martsenyuk I., Terentiev O., Brazhevskyi V., Kostyunik R., Chernyshov O., Mosina T.: Influence of Ni content on microstructure and hardness of Nickel-Graphite abrasable seal coatings produced by plasma spraying, book of abstracts, HighMatTech 2023, Kiev (UA), online, 2023

Storozhenko M., Umanskyi O., Melnyk O., Terentiev O., Chevychelova T., Varchenko V., Koval O., Brazhevskyi V., Chernyshov O.: Microstructure and wear behavior of plasma sprayed (Ti,Cr)C-Ni composite coatings, book of abstracts, HighMatTech 2023, Kiev (UA), online, 2023

Trausmuth A., Wintersteiger C., Jalikop S., Yamada K., Yamamoto H.: Influence of different oil lubrications and contact geometry on friction, wear and pitting lifetime of gear components using a two-disc test rig, ITC Fukuoka 2023, Fukuoka (JP), 2023

Santeramo M., Putignano C., Vorlaufer G., Krenn S., Carbone G.: Viscoelastic conformal contact problems: an innovative boundary element formulation, ITC Fukuoka 2023, Fukuoka (JP), 2023

Wirkner J., Bäse M., **Lebel A., Besser C.**, Schneider T., Stahl K.: Impact of water contamination and Iron particles on the performance loss of e-drive transmission fluids in wet clutches, Tagungsband, GfT 2023, Göttingen (DE), Vortrag 05, 2023

Cihak-Bayr U., Wopelka T., Wintersteiger C.: Effect of LOL conditions under high velocity and high injection temperatures, Proceedings - International Conference on Gears 2023 - VDI-Berichte, ICG 2023 (LUBGEAR 2023), Garching bei München (DE), VDI-Berichte Nr. 2422, 2023

Pfeiffer P., Filzmoser P.: Robust penalized multivariate analysis for high-dimensional data, book of abstract, CLADAG 2023, Salerno (IT), 2023

Freisinger M., Hahn R., Zauner L., Mayrhofer P.H.: Micro-bending investigations of stratified surface layers on rail wheel materials, EUROMAT 2023, Frankfurt (DE), 2023

Freisinger M., Jakab B., Pichelbauer K., Trummer G., Six K.: Rolling contact fatigue of stratified surface layers on rail wheel materials, EUROMAT 2023, Frankfurt (DE), 2023

Varga M., Puhwein A.M., Frieß J., Prost J., Vorlaufer G., Jech M.: Dynamic effects in tribo-testing: how to measure, visualise and avoid them, book of abstracts, 48th Leeds-Lyon Symp., Leeds (GB), Session 10, paper 10.4, 2023

Vernon-Stroud E., Pessu F., **Delic I., Dörr N., Varga M.**, Morina A.: Efficiency improvements of in-situ hydrogen permeation measurements in lubricated contacts using the Modified Devanathan-Stachurski Cell method, Poster - Abstract on stick, 48th Leeds-Lyon Symp., Leeds (GB), 2023

Ventura Cervellon A.M., Eder S.J., Varga M., Rodriguez Ripoll M.: Advances in material point method simulations for scratch testing of metals, book of abstracts, 48th Leeds-Lyon Symp., Leeds (GB), session 16, paper 16.2, 2023

Peretti G., Bouscharain N., **Tatzgern F., Dörr N.**, Ville F., Dwyer-Joyce R.: Measuring Lubricant Viscosity Under Shearing In-Situ, Poster - book of abstracts, 48th Leeds-Lyon Symp., Leeds (GB), 2023

Peretti G., Bouscharain N., **Dörr N.**, Ville F., Dwyer-Joyce R.: In-situ measurement of lubricant viscosity under realistic tribological loading using ultrasound, book of abstracts, 48th Leeds-Lyon Symp., Leeds (GB), Session 10, paper 10.1, 2023

Rodriguez Ripoll M., **Eder R.M.**, **Varadi T.**, **Koschatzky K.**, Bauer C., **Franek F.**, Nehrer S.: Corrosion and tribocorrosion performance of additive manufactured CoCrMo produced by selective laser melting in simulated body fluids, EUROCORR 2023, Brussels (BE), 2023

Rodriguez Ripoll M., **Eder R.M.**, **Varadi T.**, Bauer C., **Franek F.**, Nehrer S.: Metal release of CoCrMo manufactured by selective laser melting during sliding against articular cartilage, EUROCORR 2023, Brussels (BE), 2023

Cihak-Bayr U., **Pirker F.**: Upscaling of component performance based on tribological model test data and software as a service, Swiss Tribology 2023, Winterthur (CH), 2023

Kafexhiu F., Velkavrh I., Wright T.: Evaluation of static, kinematic, and integral CoF from variable-frequency reciprocating sliding tests, Program - book of abstracts, 6th Young Tribological Researcher Symposium, Bayreuth (DE), 2023

Santeramo M., Putignano C., **Vorlauffer G.**, **Krenn S.**, Carbone G.: A novel boundary element formulation for steady-state viscoelastic circular contacts, ICCCM 2023, Hannover (DE), 2023

Freisinger M., Hahn R., **Delic I.**, **Rodriguez Ripoll M.**: Case study research on the applicability of the micro-bending method in the field of tribology, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Freisinger M., **Pichelbauer K.**, **Jakab B.**, **Trausmuth A.**, Six K.: Stratified surface layer – a potential fatigue crack initiation site on rail wheels, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Frauscher M.: Assessment and design of modern lubricants supported by mass spectrometry, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Hick H., **Frauscher M.**, Kopsch P., **Agocs A.**, Plettenberg M., Gell J.: The influence of synthetic fuels on tribology in engine operation, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Adler M., Nagl C., **Eder R.M.**: Innovative lubricant solutions for high-pressure hydrogen systems, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Adler M., Adam K., Riss A., Nerouthsou A., **Drangai L.**: Assessment of stability and safety of water-based hydraulic fluids, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Varga M.: Understanding the origins of wear in extreme environments by use of modern research equipment, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Boidi G., **Varga M.**, **Rodriguez Ripoll M.**, **Badisch E.**, Grützmacher P.G., Gachot C., Rosenkranz A.: High-temperature tribological performance of Ti2C3Tx multi-layer and Ti2C3Tx / MoS2 coatings, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Dörr N., Pfeiffer P., **Prost J.**, **Ronai B.**, **Vorlauffer G.**: Gaining new insights from tribological data using machine learning and advanced statistical methods, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Santeramo M., Putignano C., **Vorlauffer G.**, **Krenn S.**, Carbone G.: A generalized boundary element methodology for viscoelastic dry and lubricated circular contact mechanics, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Novotny-Farkas F., Schneider A., **Schneidhofer C.**, **Franz R.**: Assessment of anti-scutting properties of stationary gas engine oils, extended abstracts on usb-stick, ECOTRIB 2023, Bari (IT), 2023

Obrecht N.: Ammonia as an alternative marine fuel assessing the impact on lubricants and lubrication reliability, proceedings, CIMAC 2023, Busan (KR), 2023

Posselt D., **Adler M.**, **Frauscher M.**: A comprehensive approach to analyze the consistency of lubricating greases, NLGI 2023, San Diego (US), 2023

Posselt D., Kurtz O., Adam K., **Delic I.**, Bardin F., Belot P., **Adler M.**: Behavior and performance of water contaminated bearing greases in steel industry, NLGI 2023, San Diego (US), 2023

Torres H., **Pichelbauer K.**, **Budnyk S.**, Schachinger T., Gachot C., **Rodriguez Ripoll M.**: Self-lubricating titanium alloys: Design and high temperature tribological performance up to 800 °C, 49th ICMCTF 2023, San Diego (US), 2023

Ventura Cervellon A.M., **Rodriguez Ripoll M.**: Tribological performance of sliding pads against Ti6Al4V for aeronautic applications, Poster, 49th ICMCTF 2023, San Diego (US), 2023

Pfeiffer P., Alfons A., Filzmoser P.: Robust and sparse CCA: An algorithm for dimension reduction via sparsity inducing penalties, book of abstracts, ICORS 2023, Toulouse (FR), 2023

Dörr N., **Seidl V.**, **Vorlauffer G.**, **Budnyk S.**: Differential topography – on the challenges of three-dimensional characterization of tribofilms, Program Guide, STLE 2023, Long Beach, CA (US), session 5G, 2023

Dörr N., **Vorlauffer G.**, **Prost J.**: A new perspective on tribological data via advanced statistics and artificial intelligence, Program Guide, STLE 2023, Long Beach, CA (US), session 2O, 2023

Frauscher M., **Agocs A.**, **Wopelka T.**, **Ristic A.**, Holub F., Payer W.: How to improve engine lifetime by use of premium fuel, Program Guide, STLE 2023, Long Beach, CA (US), session 8I, 2023

Peretti G., Bouscharain N., Ville F., **Tatzgern F.**, **Dörr N.**, Dwyer-Joyce R.: Measuring lubricant viscosity under shearing in-situ using ultrasound, Program Guide, STLE 2023, Long Beach, CA (US), session 6A, 2023

- Bäse M., **Lebel A.**: Analysis of influencing parameters on wet clutch performance and lifetime, Proceeding Paper von VDI Fachtagung in VDI-Berichte, VDI-Fachtagung Kupplungs- und Bremssysteme, Karlsruhe (DE), Nr. 2414.2023, 2023
- Dubek K., Schneidhofer C., Dörr N.**, Schmid U.: Robust sensor system for condition monitoring of lubricated rail vehicle components, proceedings, SMSI 2023, Nürnberg (DE), 2023
- Frauscher M., Budnyk S.**, da Cruz M.G.A., Rodrigues B., Slabon A.: Woods, trees and shrubs – Sources for sustainable lubrication?, Book of Synopsis, OilDoc 2023, Rosenheim (DE), 2023
- Frauscher M., Schneidhofer C., Ronai B.**, Norrby T., Novotny-Farkas F.: The oil chute – an effective method to assess high temperature deposit formation, Book of Synopsis, OilDoc 2023, Rosenheim (DE), 2023
- Adler M., Eder R.M.**, Nagl C.: Critical parameters for lubricants in hydrogen applications, Book of Synopsis, OilDoc 2023, Rosenheim (DE), 2023
- Posselt D., Adler M., Ronai B.**, Adam K., Reichmann F.: Understanding oil separation in lubrication greases, Book of Synopsis, OilDoc 2023, Rosenheim (DE), 2023
- Badisch E.**, Hubmann R., **Katsich C., Jalikop S., Nevosad A.**, Antonov M., Mayrhofer P.H.: 3D printed components and their tribological functionality, Baltmattrib 2023 - MMM 2023, Tallinn (EE), 2023
- Widder L.**, Adam K., Egger M., **Varga M.**: Mechanisms and prevention of skull formation in high temperature extraction system, Baltmattrib 2023 - MMM 2023, Tallinn (EE), 2023
- Frauscher M., Ristic A., Agocs A.**, Nanning L., Miedler M., Uitz T.: Determination of the influence of potential future bio diesel components on fuel stability in a diesel hybrid engine, proceedings-online, Wiener Motorensymposium 2023, Wien (AT), 2023
- Zellhofer M., Jech M., Badisch E.**, Ditroi F., Kübler A., Mayrhofer P.H.: Experimental approach to evaluate the fatigue life of DLC coating based on friction and continuous wear data, Tribology International Conference 2023, Lissabon (PT), 2023
- Varga M., Grundtner R., Maj M., Tatzgern F.**, Alessio K.O.: Impact-abrasive wear resistance of high alumina ceramics and ZTA, Abstracts online for participants, WOM 2023, Banff (CA), 2023
- Varga M., Ventura Cervellon A.M., Lerach S., Eder S.J., Rojacz H., Rodriguez Ripoll M.**: Fundamental abrasive contact at high speeds: scratch testing in experiment and simulation, Abstracts online for participants, WOM 2023, Banff (CA), 2023
- Rojacz H., Varga M.**: Iron-Aluminides: a step towards sustainable high-temperature wear resistant materials, Abstracts online for participants, WOM 2023, Banff (CA), 2023
- Rojacz H., Katsich C.**, Kirchgaßner M., **Badisch E., Varga M.**: How the micro-mechanical stability of carbides in chromium-rich hardfacings influences the impact-abrasion resistance at elevated temperatures, Abstracts online for participants, WOM 2023, Banff (CA), 2023
- Torres H., Panaiteescu I.**, Gangl R., Hubmann R., Scheerer M., **Rodriguez Ripoll M.**: Laser metal deposition of self-lubricating alloys on selective laser melting maraging tools for the high temperature forming of aluminium alloys, Abstracts online for participants, WOM 2023, Banff (CA), 2023
- Rodriguez Ripoll M.**, Kohlhauser B., Vladu C., Gachot C.: Reactive formation of a few 2D layers of MoS₂ using triboactive Mo surfaces and their interaction with anti-wear additives and dispersants, Abstracts online for participants, WOM 2023, Banff (CA), 2023
- Frauscher M., Budnyk S.**, da Cruz M.G.A., Rodrigues B., Slabon A.: Secret Wood – source of molecules for sustainable lubrication?, book of abstracts, Nextlub 2023, Düsseldorf (DE), 2023
- Wirkner J., Bäse M., Lebel A., Pflaum H., Völkel K., Pointner-Gabriel L., Schneider T., Stahl K.: Influence of water contamination, iron content, temperature and running time on wet clutch NVH behavior, book of abstracts, Nextlub 2023, Düsseldorf (DE), 2023
- Pichler J., Brenner J., Dörr N., Frauscher M.**: Mass spectrometry advances for lubricant characterization, book of abstracts, ANAKON 2023, Wien (AT), O 58, 2023

Öffentlichkeitsarbeit

Public Awareness

- N. N.: Nicole Doerr of AC2T Wins Women in Focus 2024 Lifetime Contribution Award, homepage ACI, ACI - Active Communication International, 2024
- Nothnagel R.M., Varadi T., Franek F., Rodriguez Ripoll M.**: Spezialtribometer für in vitro Charakterisierung von Gelenksystemen, tecnet-accent - Innovation Award, ecoPlus, Wr. Neustadt (AT), 2024
- Pichler J., Frauscher M.**: From Waste to Value: Spent coffee grounds oil, tecnet-accent - Innovation Award, ecoPlus, Wr. Neustadt (AT), 2024
- Wagner L.**, Braun S., Scheichl B.: Endlich geklärt: Die Physik des Sektkorkenknallens, homepage TU Wien, 2023
- Endemann M.: Was Blutprodukte und Seide können - Orthopädie trifft auf Tribologie, Upgrade - Magazin der Universität für Weiterbildung Krems, Univ. für Weiterbildung Krems, 2023
- Seipel P.: Die Schmierstoff-Alchemistin (Interview mit Nicole Dörr), KFZ wirtschaft - Online-Portal, 2023
- Franek F.**: Tribologie in transdisziplinären Settings, Vortrag auf der Berta-von-Suttner-Privatuniversität (suttneruni.at), St. Pölten (AT), 2023

N. N.: Forschung: Vom "weißen Fleck" zum Innovationsführer - zehnte Ausbaustufe am Ecoplus Forschungs- und Technologiezentrum eröffnet, Kurier, Kurier, 2023

N. N.: Eröffnung des Technikum 4 - TV-Beitrag bei ORF Niederösterreich heute, TV-Beitrag bei Niederösterreich heute, 2023

N. N.: Mehr Platz für Forschung in Niederösterreich - Landeshauptfrau Mikl-Leitner eröffnet Technikum 4 in Wiener Neustadt, Homepage: Ecoplus, ecoPlus, Wr. Neustadt (AT), 2023

Fischer K.: Nachhaltig in die Zukunft - Jungforscherin Marcella Frauscher im Porträt, Chemiereport, Chemiereport, 2023

Widder L., Adam K., Egger M., **Varga M.**: Mechanisms and prevention of skull formation in high temperature extraction system, Best article in the theme "Materials" at the conference MMM 2023, TU Tallinn, Tallinn (EE), 2023

N. N.: Manel Rodriguez Ripoll - This area manager for AC2T research GmbH discusses self-lubricating materials and alloys, TLT Tribology & Lubrication Technology, STLE, 2023

Pirker F.: Werkstoffe für die Wasserstoffwirtschaft - Interview mit Franz Pirker, Chemiereport, Chemiereport, 2023

Dissertationen (abgeschlossen)

PhD Theses (finished)

Sabet A.S.: Tribology in aluminum sheet forming, Dissertation, Graz (AT), 2024

Santeramo M.: Numerical and experimental methods for viscoelastic circular contacts in dry and lubricated conditions, Dissertation, Bari (IT), 2023

Gocerler H.: Investigation of tribology related surface interactions in biological media, Dissertation, Wien (AT), 2023

Freisinger M.: On the formation of stratified surface layers associated to fatigue cracks on rail wheels, Dissertation, Wien (AT), 2023

Yang Q.: Stress-strain response of high-performance crystalline aromatic-aliphatic polyamides, Dissertation, Merced (California, US), 2023

Lungevics J.: Anisotropic surface texture sliding on ice under different testing conditions, Dissertation, Riga (LT), 2023

Rudnytskyj A.: Modelling of contact conditions in lubricated hot rolling of aluminium, Dissertation, Wien (AT), 2023

Diplom-/Masterarbeiten (abgeschlossen)

Diploma/Master Theses (finished)

Maierhofer D.: Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Werkstoffe für tribologische Anwendungen, Master Thesis, Pinkafeld (AT), 2024

Spiewak M.: Electrochemical recoveries of various metals from end-of-life Li-ion batteries, Master Thesis, Wuppertal (DE), 2023

Abdelaty A.: Numerical model for macroscopic friction of rolling, Master Thesis, Wels (AT), 2023

Gigov B.: Berechnung der Schmierfilmdicke in einem Kegelrollenlager mittels eines datenbasierten Modells, Master Thesis, Wr. Neustadt (AT), 2023

Habilitation

Habilitation

Eder S.J.: Computational Materials Tribology, 2023

Patentanmeldungen

Patent Applications

Franek F., Herza C.: Paneel als Windenergiekonverter und dessen Verwendung, Patentanmeldung PCT/AT2023/060290, München (DE), Anmeldenr. PCT/AT2023/060290, 2023

Schutzmarken (seit 2002)

Trade Marks (since 2002)

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

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



Finanzbericht

Financial Report

Bilanz zum 31.03.2024
Balance Sheet as per 31.03.2024

	31.03.2024	31.03.2023
	in € gerundet	in 1000 € gerundet
A K T I V A / A S S E T S		
A. ANLAGEVERMÖGEN / FIXED ASSETS	4 360 378	4 872
I. Immaterielle Vermögensgegenstände / <i>Intangible assets</i>	47 210	29
II. Sachanlagen / <i>Tangible assets</i>	4 118 645	4 659
1. Technische Anlagen und Maschinen / <i>Technical equipment and machinery</i>	3 834 925	4 021
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung / <i>Other assets, tools and equipment</i>	113 799	144
3. Geleistete Anzahlungen - Anlagen in Bau / <i>Down payments made, assets under construction</i>	169 922	494
III. Finanzanlagen / <i>Financial assets</i>	194 522	183
1. Anteile an verbundenen Unternehmen / <i>Shares in affiliated companies</i>	68 480	68
2. Wertpapiere des Anlagevermögens / <i>Long-term securities</i>	126 042	115
B. UMLAUFVERMÖGEN / CURRENT ASSETS	9 464 922	6 355
I. Vorräte / <i>Inventories</i>	182 609	205
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe / <i>Operating supplies</i>	157 909	151
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen / <i>Services not yet chargeable</i>	24 700	54
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände / <i>Receivables and other assets</i>	5 406 159	6 143
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade receivables</i>	463 288	777
2. Sonstige Forderungen / <i>Other receivables</i>	4 942 871	5 366
III. Wertpapiere und Anteile / <i>Securities and shares</i>	0	0
IV. Kassenbestand und Guthaben bei Kreditinstituten / <i>Cash on hand, cash in bank</i>	3 876 154	7
C. AKTIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED CHARGES AND PREPAID EXPENSES	42 429	53
D. AKTIVE LATENTE STEUERN / DEFERRED TAXES	14 814	14
S u m m e A K T I V A / T o t a l A S S E T S	13 882 543	11 294
P A S S I V A / L I A B I L I T I E S		
A. EIGENKAPITAL / CAPITAL AND RESERVES	2 434 733	3 668
I. Nennkapital / <i>Nominal capital</i>	100 000	100
1. Stammeinlage / <i>Share capital</i>	100 000	100
II. Bilanzgewinn / <i>Net profit</i>	2 334 733	3 568
1. Gewinnvortrag / <i>Profit carried forward</i>	3 568 451	3 786
2. Jahresergebnis / <i>Annual result</i>	-1233 718	-218
B. INVESTITIONSZUSCHÜSSE / INVEST FUNDINGS	1 970 993	2 209
C. RÜCKSTELLUNGEN / RESERVES	795 577	881
1. Pensionsrückstellungen / <i>Reserves for pension</i>	129 137	116
2. Sonstige Rückstellungen / <i>Other reserves</i>	666 440	765
D. VERBINDLICHKEITEN / LIABILITIES	8 595 330	4 469
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten / <i>Liabilities to banks</i>	0	965
2. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen / <i>Advanced payment received on orders</i>	6 032 864	336
3. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade accounts payable</i>	902 394	1643
4. Sonstige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	1660 072	1524
a) aus Steuern / <i>For taxes</i>	13 808	15
b) im Rahmen der sozialen Sicherheit / <i>For social security</i>	176 132	180
c) Übrige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>	1470 133	1329
E. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED LIABILITIES	85 910	67
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	13 882 543	11 294

Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2023 – 31.03.2024)
Income Statement (01.04.2023 – 31.03.2024)

	01.04.2023 - 31.03.2024 in € gerundet	01.04.2022 - 31.03.2023 in 1000 € gerundet
Umsatzerlöse / Revenues	12 737 219	13 985
Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen / Changes in services not yet invoiced	-29 350	-2
Andere aktivierte Eigenleistungen / Company-produced additions to plant and equipment	189 397	204
Sonstige betriebliche Erträge / Other operating income	1 600 309	1 396
Erträge aus Abgang Anlagevermögen / Income from disposal of fixed assets	0	4
Auflösung von Rückstellungen / Release of provisions	139 228	29
Sonstige / Others	1461081	1363
Aufwand für Material und sonstige bezogene Herstellungsverleistungen / Costs of materials and purchased services	-4 964 787	-5 114
Materialaufwand / Material	-257 922	-250
Aufwendungen für bezogene Leistungen / Purchased services	-4 706 865	-4 864
Personalaufwand / Personnel expenses	-7 368 416	-7 741
Gehälter / Salaries	-5 721543	-6 017
Aufwendungen für Mitarbeitervorsorge / Expenses for employee provision fund	-87 973	-91
Aufwendungen für Altersvorsorge / Expenses for retirement provision	-11102	-7
Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben, entgeltabhängige Abgaben und Pflichtbeiträge / Social security contributions, salary related duties and compulsory contributions	-1535 402	-1605
freiwillige und sonstige soziale Aufwendungen / voluntary and other social expenses	-12 397	-21
Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen / Depreciation and amortisation	-1 122 072	-1 095
Sonstige betriebliche Aufwendungen / Other operating expenses	-2 278 976	-1 843
Betriebsergebnis / Operating Income	-1 236 678	-210
Erträge aus Beteiligungen / Income from Investments	0	0
Sonstige Zinsen / Interests	2 720	-5
Erträge aus dem Abgang von und der Zuschreibung zu Finanzanlagen und Wertpapieren des Umlaufvermögens / Income from financial assets	0	0
Finanzergebnis / Financial Result	2 720	-5
Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit / Earning before tax	-1 233 958	-215
Steuern vom Einkommen und vom Ertrag / Total taxes on income	240	-3
Jahresergebnis / Net Result of the Year	-1 233 718	-218
Gewinnvortrag aus dem Vorjahr / Profit carried forward from the previous year	3 568 451	3 786
Bilanzgewinn / Profit	2 334 733	3 568

Anhang **Annex**

I. Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Der Jahresabschluss wurde nach den Vorschriften der §§ 189 ff des Unternehmensgesetzbuchs (UGB) in der geltenden Fassung und unter Beachtung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung, sowie unter 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 entsprechend den gesetzlichen Regelungen eingehalten.

Bei der Bewertung der einzelnen Vermögensgegenstände und Schulden wurde der Grundsatz der Einzelbewertung beachtet und eine Fortführung des Unternehmens unterstellt.

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.

1. Anlagevermögen

Immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen

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

Bewegliche Gegenstände des Anlagevermögens bis zu einem Wert von € 1.000,- werden entsprechend den steuerlichen Bestimmungen im Jahr der Anschaffung voll abgeschrieben..

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

Finanzanlagevermögen

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

2. Umlaufvermögen

Vorräte

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

Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Die Forderungen und sonstigen Vermögensgegenstände wurden mit dem Nennwert angesetzt.

3. Pensionsrückstellungen

Die Rückstellungen für Pensionen wurden nach anerkannten versicherungsmathematischen Grundsätzen unter Anwendung der von der österreichischen Aktuarvereinigung herausgegebenen Pensionstafel AVÖ 2018-P (Rechnungsgrundlagen für die Pensionsversicherung für Angestellte) sowie des Ansammlungsverfahrens und unter Zugrundelegung eines Rechnungszinssatzes in der Höhe von 3,25 % (Vorjahr: 3,6 %) gebildet. Es wird mit einer fixen Steigerung der Alterspension um 2,0 % p.a. kalkuliert.

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

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

4. Sonstige Rückstellungen

In den sonstigen Rückstellungen wurden unter Beachtung des Vorsichtsprinzips alle zum Zeitpunkt der Bilanzerstellung erkennbaren Risiken, und der Höhe oder dem Grunde nach ungewissen Verbindlichkeiten mit jenen Beträgen berücksichtigt, die nach vernünftiger kaufmännischer Beurteilung erforderlich sind.

5. Verbindlichkeiten

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

II. Erläuterungen zur Bilanz**1. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände**

Darstellung der Restlaufzeiten der in der Bilanz ausgewiesenen Forderungen:

Werte in € gerundet	Restlaufzeit		Gesamtbetrag
	≤ 1 Jahr	> 1 Jahr	
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	463.288 VJ: 776.674	0 VJ: 0	463.288 VJ: 776.674
Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstand	4.929.097 VJ: 5.355.141	13.774 VJ: 10.911	4.942.871 VJ: 5.366.052
Summe	5.392.385 VJ: 6.131.815	13.774 VJ: 10.911	5.406.159 VJ: 6.142.726

Unter dem Posten „Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände“ sind Erträge in der Höhe von € 4.875.232 (Vorjahr: € 5.295.893) enthalten, welche erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 3 UGB). Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Fördermittel- und Prämienabgrenzungen.

2. Aktive latente Steuern

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

Werte in € gerundet	Aktiv 31.03.2024	Passiv 31.03.2024	Aktiv 31.03.2023	Passiv 31.03.2023	Bewegungen 2023/2024
Rückstellung für Pensionen	64.409	0	61.191	0	3.218
Summe Unterschiedsbeträge	64.409	0	61.191	0	3.218
Aktive (+) / passive (-) latente Steuerabgrenzung 23 % (VJ 25 %)	14.814	0	14.074	0	740

3. Investitionszuschüsse

Aufgliederung der Investitionszuschüsse nach den einzelnen Posten des Anlagevermögens sowie Entwicklung während des Geschäftsjahres:

Werte in € gerundet	Stand 31.03.2023	Zugang	Verbrauch	Stand 31.03.2024
Sachanlagen		0		
Maschinen	2.168.642	0	-232.244	1.936.398
andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	40.041	0	-5.446	34.595
Summe Investitionszuschüsse	2.208.683	0	-237.690	1.970.993

4. 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 31.03.2023	Verwendung	Auflösung	Zuweisung	Stand 31.03.2024
Rückstellung für Jahresabschluss	8.500	8.500	0	9.100	9.100
Rückstellung für drohende Verluste	139.228	139.228	0	45.911	45.911
Rückstellung für noch nicht konsumierte Urlaube	341.364	341.364	0	327.940	327.940
Rückstellung für sonstige Personalverpflichtungen	19.807	19.807	0	11.974	11.974
Rückstellungen für anteilige Sonderzahlungen	256.256	256.256	0	242.275	242.275
Prämien	0	0	0	28.490	28.490
Sonstige Rückstellungen	0	0	0	750	750
Summe	765.155	765.155	0	666.440	666.440

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

5. Verbindlichkeiten

Unter dem Posten „Sonstige Verbindlichkeiten“ sind Aufwendungen in der Höhe von € 324.367 (Vorjahr: € 456.214) 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€ 130 (VJ: T€ 242) und Gehaltsabgaben in Höhe von T€ 188 (VJ: T€ 195). Unter dem Posten „Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen“ sind Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht, in Höhe von € 41.420 (Vorjahr: € 181.322) enthalten.

6. 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	5	€ 1.213.143	€ 6.065.713
Miete Parkplätze für Firmenfahrzeuge	1	€ 2.714	€ 13.572
Leasing Drucker/Telefonanlage	3	€ 5.456	€ 27.280
Leasing Firmenfahrzeuge	48	€ 18.375	€ 91.877
Summe		€ 1.239.688 VJ: € 1.264.104	€ 6.198.442 VJ: € 6.302.544

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 € 1.048.050 (VJ: € 1.185.453) 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: Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas PAUSCHITZ (seit 03.10.2006)

Prokurist der Gesellschaft: Ao.Univ.-Prof.i.R. 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)	2023/2024	2022/2023
Angestellte	120	132

3. Aufwendungen für den Abschlussprüfer

Angabe gemäß § 238 Abs. 1 Z 18 UGB.

Honorar für die Wirtschaftsprüfung 2023/2024: rund € 5.600 (Vorjahr: € 5.000).

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. Trennungsrechnung

Die Trennungsrechnung gemäß Unionsrahmen für staatliche Beihilfen für Forschung, Entwicklung und Innovation ist in der Anlage zum Anhang dargestellt.

6. 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**

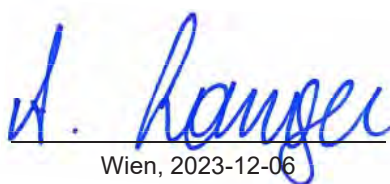
ein Managementsystem
eingeführt hat und anwendet.

Durch ein Audit wurde der Nachweis erbracht, dass die Forderungen der

ISO 9001:2015 und ISO 14001:2015

erfüllt sind. Dieses Zertifikat ist gültig bis **30. September 2026**

Zertifikat-Registrier-Nr. **QU1530899**


Wien, 2023-12-06



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

Grafiken & Design:
AC2T research GmbH

Coverfotos:
Daniel HINTERRAMSKOGLER



supported by:

