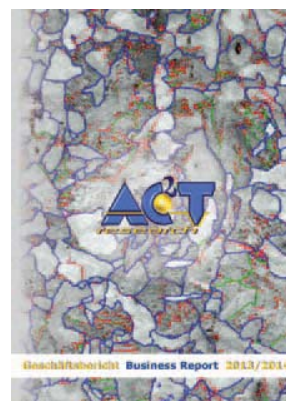
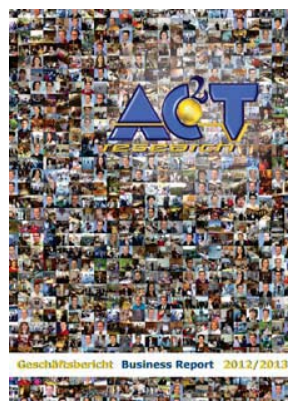
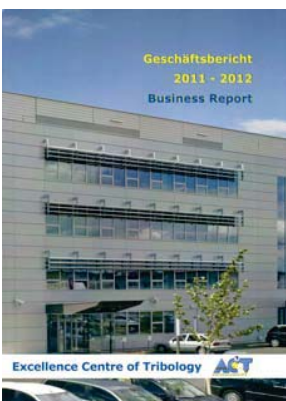
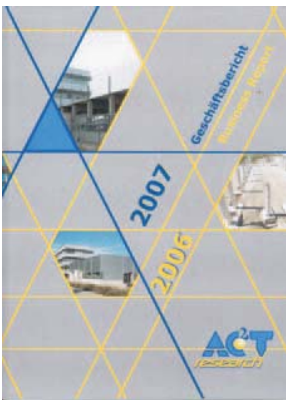




Geschäftsbericht Business Report 2015/2016





01.04.2015 **31.03.2016**
Geschäftsbericht **Business Report**

Operator of the **COMET** K2 Centre



Tribology

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.

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.



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.

Tribological engineering solutions aim to maintain the efficiency of systems or products, and thus improve reliability according to the principles of 'preventive quality management'.

Höhepunkte	4
Highlights	
Berichte	7
Statements	
Organisationsstruktur	11
Organisation	
Forschungsbereiche	15
Research Areas	
Schmierstoffe und Interfacemechanismen	17
Lubricants and Interface Mechanisms	
Verschleißprozesse & Verschleißschutz	20
Wear Processes & Protection	
Reibflächenphänomene und Tribodiagnose	23
Friction Surface Phenomena & Tribodiagnostic	
Numerische und experimentelle Simulation	26
Computation & Experimental Simulation	
Laborgeräte	29
Laboratory Equipment	
Publikationen	35
Publications	
Begutachtete Publikationen	36
Reviewed publications	
Konferenzbeiträge	39
Conference papers	
Öffentlichkeitsarbeit	42
Public awareness	
Dissertationen	43
PhD theses	
Diplom-/Masterarbeiten	44
Diploma/Master theses	
Schutzmarken, Patente, Patentanmeldungen	44
Trade marks, patents, patent applications	
Finanzbericht	45
Financial Report	
Bilanz (01.04.2015 - 31.03.2016)	46
Balance Sheet	
Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2015 - 31.03.2016)	47
Income Statement	
Anhang	48
Annex	

„Science Fair Niederösterreich“ (Grafenegg, Juni 2015)

Im Rahmen der „Science Fair Niederösterreich“ entwickelte AC²T zwei Projekte mit der Landesberufsschule Amstetten sowie der HTL Hollabrunn. Bei der Abschlussveranstaltung in Grafenegg wurden die Projekte am „Marktstand der Wissenschaft“ vorgestellt.



„European Researchers` Night“ (Wien, September 2015)

Besucher aller Altersklassen erlebten „Tribologie live“ im Rahmen der „European Researcher's Night“ in der „Aula der Wissenschaften“ in Wien. AC²T präsentierte seine Forschungsgebiete sowie Geräte und „Mitmach-Experimente“.



„AC²T-Betriebsstätte Linz“ (September 2015)

Mit Anfang September 2015 wurde im TechCenter Linz ca. 100 m² Büro- und Laborfläche erstmalig eine weitere Betriebsstätte in Betrieb genommen und mit vorerst 3 Arbeitsplätzen ausgestattet.



Anwenderseminar bei voestalpine (September 2015)

Gemeinsam mit unserem Partner voestalpine Stahl GmbH – Bereich Bramme – veranstaltete AC²T ein Anwenderseminar mit dem Titel „Innovation in der Anlagentechnik im Hüttenwerk“ in Linz. Im Rahmen eines Tribologie-Fachreferats wurden von AC²T Ergebnisse aus bisherigen Forschungsprojekten vorgestellt.



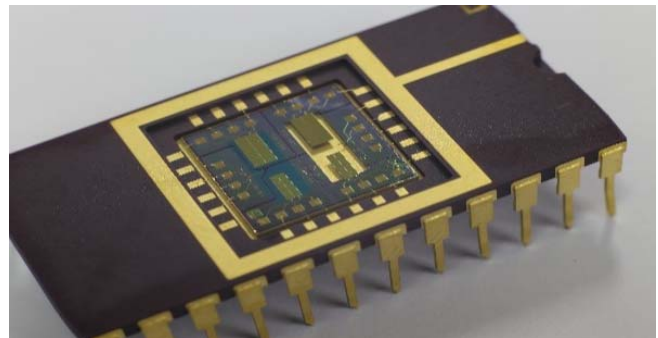
„Viennano 2015“ (Wiener Neustadt, November 2015)

Im Rahmen der internationalen Konferenz Viennano 2015 wurden Experten aus dem Bereich der Tribologie zu AC²T eingeladen, um aktuell interessante Themen aus dem Bereich der Tribologie in Form von Plenarvorträgen und Fachvorträgen zu präsentieren und anschließend diskutieren zu können. Außerdem standen Führungen durch die Labors für die interessierten Experten auf dem Programm.



Auszeichnung für Mikrosensor (Februar 2016)

Das angesehene Fachjournal „Journal of Micromechanics and Microengineering“ hat eine Reihe von Forschungsarbeiten aus dem vergangenen Jahr als „Highlights of 2015“ ausgezeichnet – darunter auch die Publikation über den Viskositätssensor. Der Viskositätssensor wurde im Rahmen einer von XTribology finanzierten Dissertation an der Technischen Universität Wien erarbeitet.



„50 Jahre Tribologie“ (London, März 2016)

Die Veröffentlichung des als „Jost Report“ bekannt gewordenen Berichts am 9. März 1966 gilt als die Geburtsstunde des Begriffes „Tribologie“. Anlässlich dieses Geburtstags wurden unter Leitung von H. Peter Jost – seinerzeit Leiter des Gremiums, welches den Jost-Report erarbeitet hat, 150 in der Tribologie bekannte Persönlichkeiten aus der ganzen Welt nach London zu einem Empfang durch Prinz Philip in den Buckingham Palast eingeladen. In den Stunden vor dem Empfang wurden im Rahmen eines „Geburtstagsseminars“ im Kreise von Experten die Fortschritte der letzten Jahrzehnte sowie deren Auswirkung auf die Zukunft diskutiert.



Our Vision

The Center of Excellence acts as a central node for national and international research activities in tribology and is perceived as „European Center of Tribology ®“.

Unsere Vision

Das Exzellenzzentrum agiert als zentraler Knoten für nationale und internationale Forschungsaktivitäten in der Tribologie und wird als „European Center of Tribology ®“ wahrgenommen.



Our Mission

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

Unsere Mission

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

Berichte

Statements

Geschäftsführer

Das 15. Geschäftsjahr des Exzellenzzentrums für Tribologie (entsprechend dem sechsten Förderjahr des Schirmprojektes COMET¹-K2²-XTribology³), war vom Übergang zur zweiten 5-Jahres-Förderperiode geprägt. Obwohl „XTribology“ viele Kapazitäten für den Neustart der Forschungsprojekte beanspruchte, haben erfreulicherweise die übrigen Projektaktivitäten etwa 25 % des Gesamtbudgets betragen. Hierzu trugen im Wesentlichen Projekte auf nationaler und europäischer Ebene bei.

Der Personalstand zum Geschäftsjahresende verzeichnete um die 133 Personen; die Betriebsflächen umfassten rund 4.000 m².

Der Umsatz war gegenüber dem Vorjahr etwa gleich, da Forschungsprojekte mit Beginn der zweiten Förderperiode neu zu starten waren. Die Personalfluktuationsrate war im Geschäftsjahr etwas höher, da einige Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen u.a. deren akademischen Arbeiten abgeschlossen und lukrative Angebote aus der Industrie angenommen haben.

In Bezug auf die Infrastruktur ist insbesondere die Inbetriebnahme eines Warmhärte-Scratch-Testers sowie eines neuen Hochleistungs-Oberflächentopographie-Messgerätes zu erwähnen.

Die AC²T-Beteiligung „Aerospace & Advanced Composites GmbH“, welche ebenso am Technologie- und Forschungszentrum Wiener Neustadt angesiedelt ist, zeigte eine positive Geschäftsentwicklung.

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

Besonderer Dank gilt auch den politischen Entscheidungsträgern sowie den zuständigen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen unterschiedlicher Fördergeber für deren Vertrauen in unsere Fähigkeiten, Projekte effizient abzuwickeln.

General Manager

The 15th fiscal year of the Austrian Excellence Center for Tribology (also the sixth year of the COMET¹-K2²-XTribology³ grant) was characterised by the transition to the second 5-year funding period. Even though the XTribology project area required large parts of the available resources for the re-initialization of research projects, we are glad to report that projects outside this area made up around 25 % of the total budget, where projects at the national and European level constitute significant contributions.

The number of employees at the end of the business year was around 133; the available lab and office space was around 4000 m².

The turnover was approximately equal to the previous year, as research projects had to be started at the beginning of the second funding period. Staff turnover was slightly higher in the fiscal year, as some employees, among other reasons have completed their academic work and have accepted lucrative offers from the industry.

Concerning the infrastructure, the commissioning of a hot scratch tester and a new high-performance surface topography measuring device deserve particular mention.

The AC²T subsidiary “Aerospace & Advanced Composites GmbH”, situated as well at the Technology and Research Centre Wiener Neustadt, showed a positive business development.

At this point the management would like to thank all employees for their extraordinary efforts and the outstanding long time loyalty.

Special thanks go to the policy makers as well as concerned staff of several funding agencies for their confidence in our capability to handle projects in an efficient way.



Dipl.-Ing. Dr.techn.
Andreas Pauschitz

¹ COMpetence Centres for Excellent Technologies

² Akronym der spezifischen COMET-Programmschiene

³ Akronym des AC²T-COMET Schirmprojektes

Wissenschaftlicher Leiter

Der Berichtszeitraum war im Wesentlichen der Implementierung der Forschungsprojekte für die zweite XTribology-Förderphase (2015–2020) gewidmet. Dabei wurde insbesondere auf die Area-übergreifenden Themen der strategischen Forschungsprojekte geachtet, wie sie im Core Document definiert sind. Neben der Vertiefung in Tribokorrosion und Tribochemie standen vor allem die Beschäftigung mit den grundsätzlichen Mechanismen des Verschleißes sowie ein holistisches Konzept zur Charakterisierung bzw. Beschreibung und letztlich zum skalenübergreifenden Verständnis von Prozessen in tribologischen Kontakten im Vordergrund. Dieser Aufgabe – dem „TriboTope-Konzept“ – stellt sich nun eine AC²T-„Taskforce“, bestehend aus der AC²T-Leitung und den für die Forschungsbereiche (Areas) verantwortlichen Personen, verstärkt durch ausgewählte Key Researchers.

Stv. wissenschaftlicher Leiter

Neben anderen Herausforderungen, wie die Detailplanung und Budgetierung der Forschungsprojekte sowie die entsprechenden Vertragsverhandlungen, war es in der Übergangsphase von der ersten zur zweiten Förderperiode besonders wichtig, die erforderlichen Personalkapazitäten sicher zu stellen. Sowohl die fachliche Orientierung, als auch das Qualifikationsniveau mussten durchgehend gewährleistet werden. Dies ist bestens gelungen, obwohl eine Reihe von AC²T-Angehörigen nach Abschluss ihrer akademischen Ausbildung bzw. der Doktorarbeit die Gelegenheit zu einer beruflichen Veränderung nutzten. Dennoch kann auf eine beachtliche wissenschaftliche Bilanz mit 7 fertiggestellten Dissertationen, mehr als 40 Publikationen in referierten Journalen sowie rund 70 Tagungsbeiträge verwiesen werden. Weiters werden die im Berichtsjahr begonnenen speziellen internen Qualifikationsmaßnahmen im kommenden Jahr konsequent weitergeführt.

Scientific Head

The reporting period was devoted to implementing the research projects in the second XTribology funding phase (2015–2020). Special consideration was given to the inter-area research topics of the strategic research projects as defined in the Core Document. Besides a concentration on tribocorrosion and tribochemistry, special emphasis was laid on fundamentals of wear and on a holistic concept for the characterisation and description, and finally for a multi-scale understanding of processes in tribological contacts. This task – the “TriboTope Concept” – is now dealt with by an AC²T taskforce consisting of the AC²T management, the area leaders, and selected key researchers



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.
Friedrich Franek

Deputy Scientific Head

In addition to other challenges, such as the detailed planning and budgeting of research projects, as well as contract negotiations, it was particularly important to ensure the necessary personnel capacities in the transition from the first to the second COMET period. The professional orientation as well as the skill level had to be fully assured. This could be managed well, although a number of AC²T members, after completing their academic training or thesis, seized the opportunity of a professional change. However, a considerable scientific balance with 7 completed PhD theses, more than 40 publications in peer-reviewed journals, as well as about 70 publications at scientific conferences can be documented. The special internal qualification measures launched in the year under review will be consistently continued in the following year.



Dipl.-Ing. Dr. mont.
Ewald Badisch

Sprecher der Gesellschafter

Die Gesellschafter von AC²T konnten sich – nach den Herausforderungen der Erstellung des Core Documents und den Planungen für eine weitere COMET-Etappe – im Geschäftsjahr 2015/2016 von einer konsolidierten Geschäftstätigkeit des Exzellenzzentrums überzeugen. Trotz einer konjunkturellen Durststrecke ist es gelungen, die geplanten Forschungsthemen weitestgehend in Angriff zu nehmen und den Übergang der Förderperioden solide zu bewältigen. Wohlüberlegt wurden geringfügige Änderungen in der Beteiligung bei der Tochterfirma AAC – Aerospace and Advanced Composites GmbH vorgenommen. Anstehende organisatorische Entscheidungen, wie die im Hinblick auf das Erreichen des Pensionsalters von Prof. Franek absehbare Neubesetzung der wissenschaftlichen Leitung, wurden gründlich vorbereitet. Der Geschäftsführung und dem gesamten Team von AC²T gebührt für die engagierte und verlässliche Arbeit der Dank der Gesellschafter.

Vorsitzender des Strategiebeirates

Das zurückliegende Forschungsjahr war im Wesentlichen durch erfolgreiche Bemühungen gekennzeichnet, die beabsichtigten Forschungsvorhaben der zweiten XTribology-Förderphase mit den Partnern aus der Wirtschaft und aus der Wissenschaft auszugestalten. Dabei konnte auf zum Teil langjährigen und in guter Partnerschaft gepflegten Kooperationen aufgebaut werden. Ein ebenso positives Klima konnte im Strategiebeirat verzeichnet werden, der nun erstmals für die zweite Förderphase in neuer Zusammensetzung – nunmehr sind zwei Frauen in diesem Gremium vertreten – tagte. Mit Interesse wurden die Bestrebungen der AC²T-Geschäftsleitung aufgenommen, neue unternehmerische Aktionspotenziale, v.a. in Richtung Infrastrukturmutzung und Ausbau produktionstechnologischer Leistungen im tribotechnischen Umfeld, zu erschließen, um die Basis für eine nachhaltige Geschäftstätigkeit von AC²T zu verbreitern.

Spokesperson of the shareholders

The shareholders of AC²T – after the challenges of establishing the core documents and the plans for a further COMET phase – could assure themselves of a consolidated business of the centre of excellence in the business year 2015/2016. Despite an economic dry spell, it was possible to implement the planned research topics and stably cope with the transition of funding periods. Minor changes in the holding in the subsidiary AAC – Aerospace and Advanced Composites GmbH were carefully considered and realised. Upcoming organisational decisions were thoroughly prepared, such as the re-appointment of the scientific head, foreseeable since Prof. Franek has reached the age of retirement. The shareholders thank the Management and the entire AC²T team for their dedicated and reliable work.



Ao.Univ.-Prof. Dr.
Herbert Störi

Chairman of the Strategy Board

The past year of research was essentially marked by successful efforts to essentially design the intended research projects in the second phase of XTribology funding with partners from industry and science. This could be achieved on the basis of a number of long-standing co-operations in good partnership. A similarly positive climate could be experienced in the Strategy Board, which – now that two women are represented in this panel – met for the first time in new composition within the second funding phase. AC²T management's efforts were recorded with interest, especially towards infrastructure and expansion of production-technological services in the tribotechnical environment, to open up new business action potential for broadening the sustainable base for operations of AC²T.

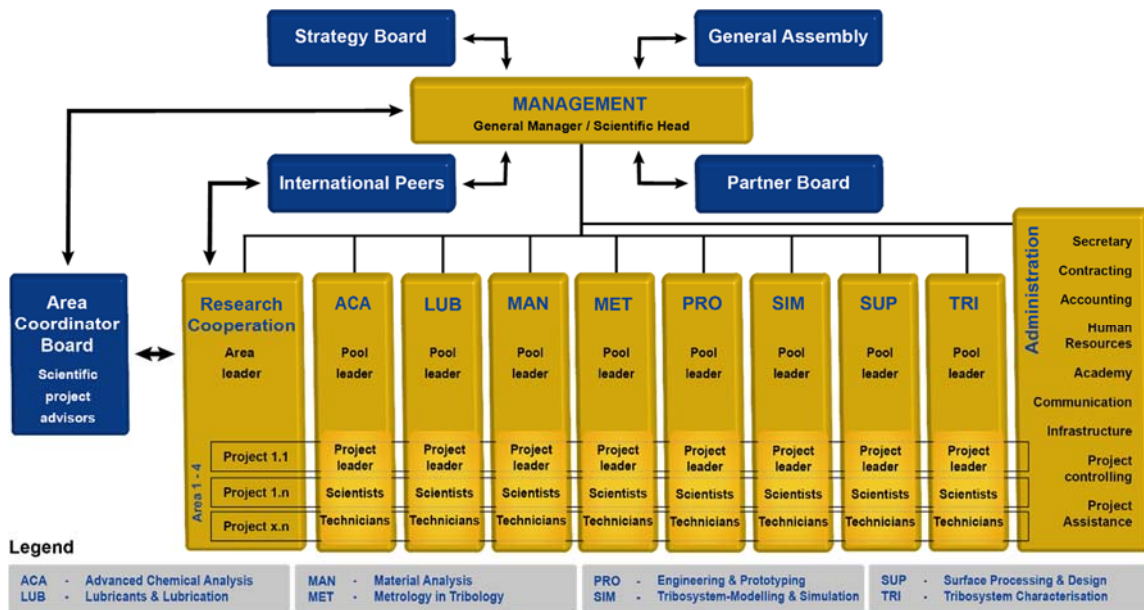


Dr. Berndt-Thomas Krafft

Organisationsstruktur

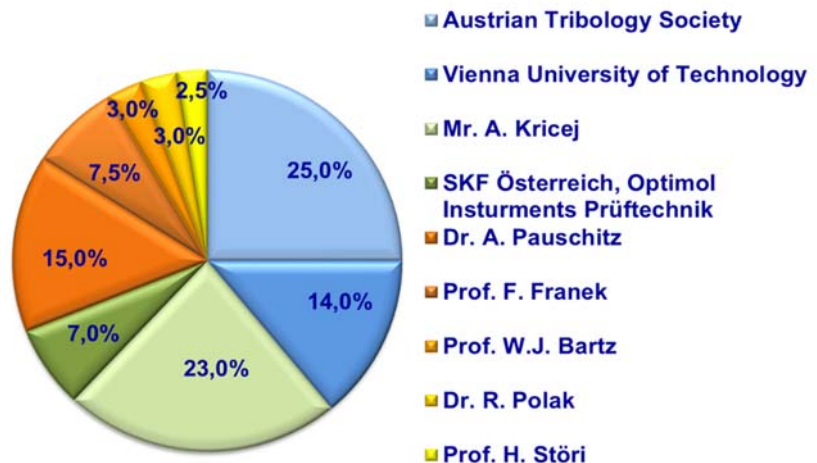
Organisation

Organigramm / Organisational chart



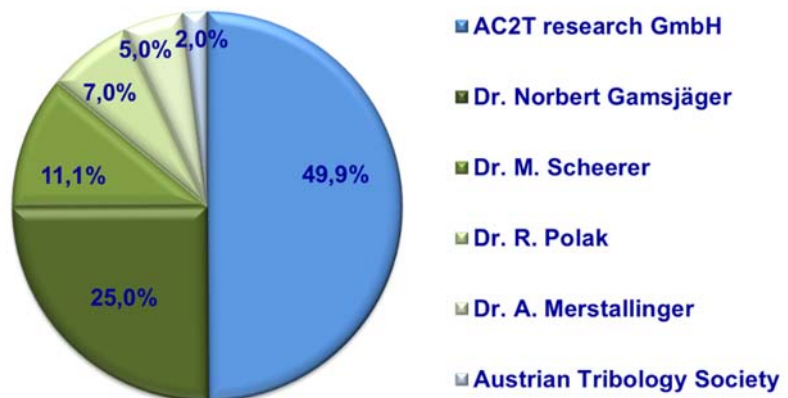
Gesellschafterstruktur / Shareholders

AC2T research GmbH



Aerospace & Advanced Composites GmbH

(maßgebliche Beteiligung / significant shareholding)



Interdisziplinäre Kernkompetenz

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

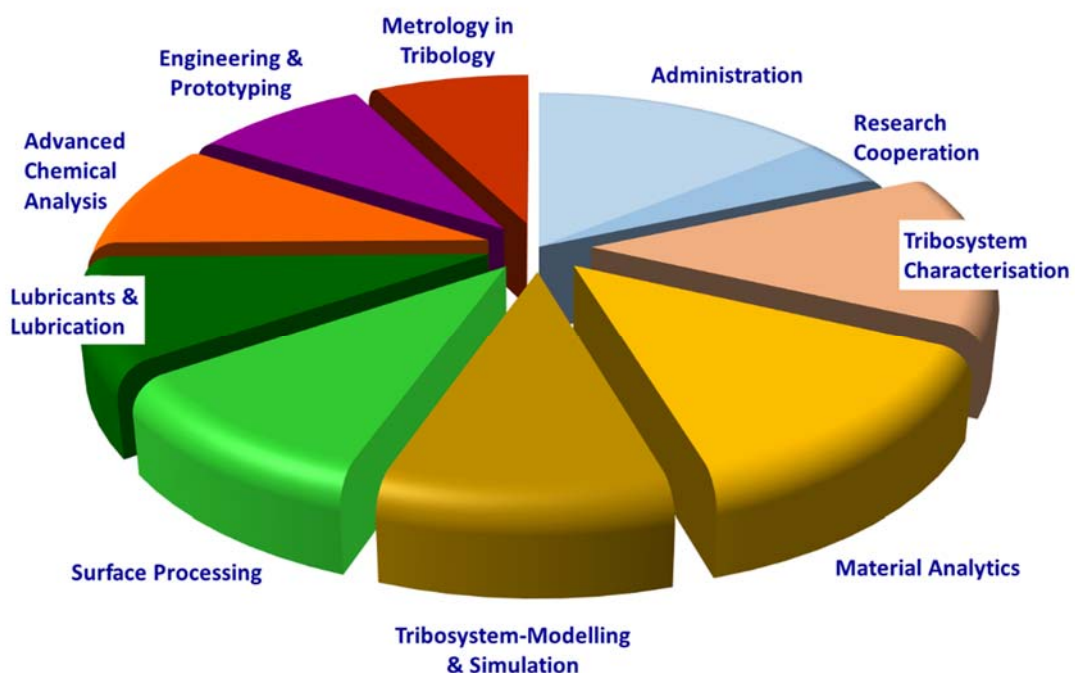
Tribologische Aufgabenstellungen werden in den folgenden Kompetenzbereichen umfassend bearbeitet:

Interdisciplinary core competence

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

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

Personalressourcen der Kompetenzbereiche / Human resources of areas of competence



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

Strategiebeirat / Strategy Board

Dr. juris Berndt-Thomas KRAFFT (Vorsitzender)
Geschäftsführer Fachverband für Maschinen- und Metallwaren-Industrie, Wirtschaftskammer Österreich, Wien

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

Dr. Constanze STOCKHAMMER
Stellvertretende Geschäftsführerin Geschäftsstelle Rat für Forschung und Technologieentwicklung, Wien

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

Dr.-Ing. Klaus DOBLER
ehem. Leiter der zentralen Forschungseinrichtung der Robert Bosch GmbH, Stuttgart (Deutschland)

Ziele

Nach den Intentionen des AC²T-Teams und den Vorgaben der Gesellschafter soll das Österreichische Exzellenzzentrum für Tribologie vorrangig folgende Ziele erreichen:

- Generierung von neuem interdisziplinärem und ganzheitlichem Wissen in der Tribologie.
- Verstärkung des Tribologie-Bewusstseins in der Öffentlichkeit und besonders in der Industrie.
- Systematische Zusammenarbeit und Vernetzung mit dem Ziel, neue tribotechnische Verfahren in Österreich und darüber hinaus zu forcieren und insbesondere den Kunden und Kooperationspartnern das erforderliche Wissen anzubieten.

Targets

Following the intentions of the AC²T planning consortium and the prerequisites of the shareholders the objectives of the Austrian Excellence Centre of Tribology are primarily:

- Generation of novel interdisciplinary and holistic knowledge in Tribology.
- Raising the public and industrial awareness in the importance of Tribology.
- Systematically networking to promote new tribo-technology knowledge in Austria and abroad, providing concerned consultancy especially to customers and collaboration partners.



- Anregungen zu geben für Forschungsaktivitäten in innovativen Gebieten der Tribologie, wie z. B. im Bereich von multifunktionalen Werkstoffen, Oberflächen und Beschichtungen, Schmierstoffen und Schmiersystemen, hochauflösenden Verschleißmesssystemen, Simulation und Modellierung von Reibungs- und Verschleißprozessen.
 - Entwicklung von Methoden bzw. deren breite Anwendung im Bereich der Normung, Prüftechniken und Datenbanken.
 - Förderung des industriellen Einsatzes des neuen Wissens mit dem Ziel einer tribotechnischen und ökologischen Optimierung.
 - Mitwirkung bei der fachspezifischen Aus- und Weiterbildung von F&E-Personal im Bereich Tribologie.
 - Entwicklung und Anwendung von nachhaltigen technischen Produkten und Verfahren unter Berücksichtigung eines sozial- und umweltverträglichen wirtschaftlichen Wachstums.
- Stimulation of research in innovative fields of Tribology, such as smart materials, surfaces and coatings, lubricants and lubrication systems, high-resolution wear measurement systems, simulation and modelling of friction and wear processes.
 - Development and extension of standards, test methods and databases concerning tribological test data.
 - Promotion the use of novel knowledge to optimise friction and reduce wear, raw material consumption and environmental loading in industrial processing.
 - Participation in specific education and training of R&D staff in the field of Tribology.
 - Contribution to application and development of sustainable technologies taking into account a socially and environmentally sustainable economic growth.

Forschungsbereiche



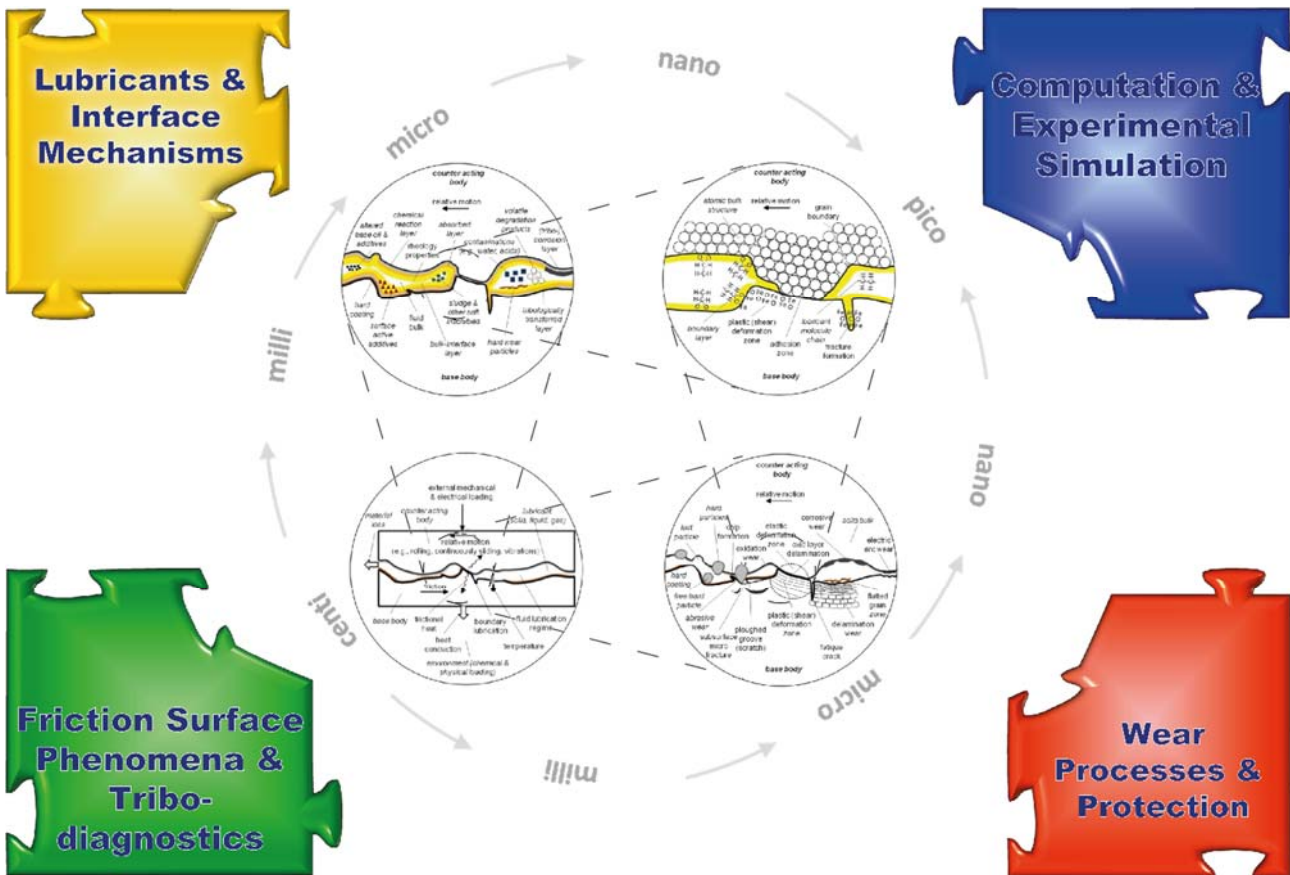
Research Areas

Research topics

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

Research topics

- Multiscale mechanisms & coupling strategies
- Mathematical description of rough surfaces
- Ab-initio modelling of nano-tribological systems
- Advanced asymptotic modelling of lubricant flow
- Modelling of mixed lubricated contacts
- Elasto-hydrodynamic lubrication calculation
- Experimental and numerical modelling of wear mechanisms



Research topics

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

Research topics

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



FORSCHUNGSBEREICH 1

Schmierstoffe und Interfacemechanismen

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

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

Die Grundlagenforschung in den strategischen Projekten entwickelt analytische Methoden im High-End-Bereich, welche in den Mehrfirmenprojekten angewandt werden: Das Orbitrap-Massenspektrometer (MS) wird erfolgreich für die Identifizierung von Alterungsprodukten und -mechanismen eingesetzt. Die Zusammensetzung tribochemischer Reaktionsschichten wird mit der Small-Spot Röntgen-Photoelektron-Spektrometrie (XPS) und Imaging-MS bestimmt.

Wesentliches Werkzeug ist die künstliche Alterung, die eine zeitraffende Nachstellung spezifischer Einflussparameter zur Ölalterung im Labor erlaubt. Neuartige Ölsensoren werden entwickelt, die beispielsweise eine genaue Bestimmung der Viskosität, wie sie bei Ölen oft anzutreffen ist, erstmals ermöglichen.



Research Area Coordinator

Univ.-Prof. Mag. Dr.

Günter ALLMAIER

Technische Universität Wien

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

RESEARCH AREA 1

Lubricants and Interface Mechanisms

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

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

Fundamental research in strategic projects makes intense use of high-end analytical methods which are then implemented in the multi-firm projects: The Orbitrap mass spectrometer (MS) is successfully applied for the elucidation of lubricant deterioration mechanisms. A small-spot X-ray photoelectron spectrometer (XPS) and imaging MS are used for the characterisation of the composition of tribochemical reaction layers.

Artificial alteration is a relevant tool for the lab-based simulation of lubricant degradation using specific influencing factors on under accelerating conditions. Novel oil sensors are developed, e.g., to exactly determine higher viscosities – as typically occurring in lubricants – for the first time.



Research Area Leader

Dipl.-Ing. Dr. techn.

Nicole DÖRR

AC2T research GmbH

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

Die Stahlindustrie – ein extremer Arbeitsplatz für Schmierstoffe

Auch Schmierstoffe tragen wesentlich zum sicheren und effizienten Betrieb von Stahlwerken bei. Damit es wie geschmiert läuft, müssen Schmierstoffe den widrigsten Bedingungen standhalten, wie extremen Temperaturunterschieden, aggressiver Gasumgebung oder großen Mengen an Wasserdampf und Staub. Durch die Auswahl geeigneter Schmierstoffe kann die Einsatzdauer um ein Vielfaches verlängert werden.

„Extremophile“ Schmierstoffe

Die Stahlindustrie ist ein volkswirtschaftlich bedeutender Faktor in Europa. Um eine konkurrenzfähige Produktion auch am Standort Österreich sicherzustellen, ist ein effizienter und wartungsarmer Betrieb der Anlagen unerlässlich.

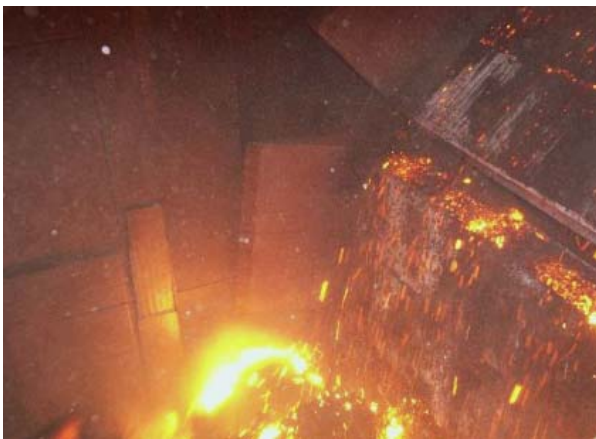


Abb. 1: Sinterrostwagen im Einsatz
Fig. 1: Sinter wagon in operation

Der Einsatz von Schmierölen und -fetten gewährleistet die Funktionalität für bewegte Teile, wie in Motoren, Pumpen, Getrieben und Lagern. Die Schmierung sorgt für geringeren Energieverbrauch durch minimierte Reibung, längere bzw. planbare Bauteileinsatzdauern durch geringeren Verschleiß und Korrosion sowie für Kühlung. Geeignete Schmierstoffe tragen so wesentlich zu minimalen Totzeiten und optimierten Wartungsmaßnahmen bei.

Die Auswahl von Schmierstoffen für den Einsatz unter konventionellen, alltäglichen Umgebungsbedingungen scheint unkompliziert zu sein. In Stahlwerken findet sich jedoch eine Vielzahl von Schmierstellen in extremer Umgebung, wodurch die Schmierstoffe rasch an und über die Grenzen ihrer Belastbarkeit gelangen. Belastungen können in vielfältiger Art und Weise auftreten; in einem Stahlwerk sind dies insbesondere extreme Temperaturunterschiede, chemisch aggressive Gasumgebung oder große Mengen an eingebrachtem Wasser(-dampf) und Staub. Allen gemeinsam ist die negative Auswirkung auf die Funktionalität der Schmierstoffe und somit auf die gesamte Anlage. Durch Alterung verlieren Schmierstoffe ihre Funktionalität. Um Schaden durch gealterten Schmierstoff zu vermeiden, muss nachgeschmiert oder der Schmierstoff getauscht werden. Beides verursacht Kosten durch erhöhten Personaleinsatz sowie durch Anschaffung als auch Entsorgung. Daher wird eine möglichst lange Einsatzdauer bei voller Funktionalität angestrebt.

The Steel Industry – an Extreme Workplace for Lubricants

Also lubricants play a critical part in safe and efficient operation of steelworks. To ensure smooth operation, lubricants must withstand the most adverse conditions, such as extreme temperature changes, aggressive atmospheres, or large quantities of steam and dust. By selecting suitable lubricants, operating times can be extended many times over.

“Extremophile” Lubricants

The steel industry is a major economic factor in Europe. In order to ensure a competitive production in Austria, an efficient operation of plants with reduced service needs is mandatory.

Use of lubricant oils and greases guarantees functionality of moving parts, such as in motors, pumps, gears, and bearings. Lubrication reduces energy consumption by minimizing friction, ensures plannable maintenance intervals by decreasing wear and corrosion, and provides cooling. Suitable lubricants thereby significantly contribute to minimal downtime and optimised maintenance procedures.

Under normal environmental conditions, the lubrication task appears easy. Within steelworks, however, there can be found a multitude of lubricating positions in extreme environments, which rapidly stress the lubricant up to and beyond the limits of its endurance. The stresses can occur in a variety of ways. In steelworks, these are primarily extreme temperature changes, chemically aggressive atmospheres, or large quantities of contaminating water (vapour) and dust. The common denominator is the negative effect on the functionality of a lubricant, and thereby on the entire plant.

Aging causes loss of lubricity. To avoid damage by aged lubricant, the lubricant must be replenished or replaced. Both cause costs by increased personnel deployment in addition to procurement as well as disposal efforts. The goal, therefore, is a maximised operating period at full level of functionality.



Abb. 2: Geschädigtes Lager durch Verkokung des Schmierfetts (oben) und neues fettgeschmiertes Lager (unter Bildhälfte)

Fig. 2: Damaged bearing by coked lubricant grease (top bearing) and new freshly greased bearing (bottom bearing)

Benchmarking im Labor

Für die richtige Auswahl des Schmieröles oder Schmierfettes sind Auswahlkriterien und Testverfahren im Labormaßstab zu erarbeiten. Bei AC²T wurden z. B. die Bewertungsmethoden für Fette von Radlagern von Sinterrostwägen sowie für Öle im Dichtsystem von Gasbehältern entwickelt.

Unerlässlich für die korrekte Bewertung ist die umfassende Kenntnis der Einsatzbedingungen, um mit geeigneten Schmierstoffen einen sicheren und effizienten Betrieb zu ermöglichen. Bei den Radlagern der Sinterrostwägen wurden kurzzeitige Spitzentemperaturen als wesentliche Belastung identifiziert.

Des Weiteren zeigte die Feldstudie die Relevanz einer guten Abdichtung auf. Beim Dichtöl für Gasbehälter ist die Beständigkeit gegenüber der feuchten aggressiven Gasatmosphäre entscheidend.

Aufbauend auf der Systemanalyse wurden anwendungsspezifische Labormethoden aufgesetzt. Die Ergebnisse erlaubten eine vergleichende Bewertung des Leistungsvermögens und damit ein fundierte Auswahlgrundlage zum Schmierstoffeinsatz. So konnte beispielsweise die maximale Einsatztemperatur durch das Verkokungsverhalten von Fetten differenziert werden (Abb. 3).

Das Benchmarking von zahlreichen Schmierfetten im Labor ergab 2 Bestkandidaten, wovon letztendlich einer für einen Feldtest zur Verifikation der Laborexperimente ausgewählt wurde.

Benchmarking in the Laboratory

For correct selection of lubricating oils and greases the selection criteria and testing methods must be determined on a laboratory scale. The evaluation methods for greases in wheel bearings of sinter wagons, as well as oils in the sealing system of gas containers, were developed at AC²T.

Comprehensive knowledge of the operating conditions is essential for the correct evaluation, in order to enable safe and efficient operation by employing suitable lubricants. For wheel bearings of sinter wagons, short-term peak temperatures were identified as a major stress factor.

Furthermore, field studies indicated the impact and importance of proper sealing. Resistance to humid, aggressive atmosphere is crucial for the sealant oils of gas containers.

Based on system analysis, application specific laboratory methods were developed. The results permit comparative performance evaluation and thereby well-founded selection criteria for the employed lubricants. For instance, maximum operating temperature of greases could be differentiated via the coking behaviour (Fig. 3).

Benchmarking of several greases in the laboratory revealed 2 best candidates where one was selected for a field test to evaluate the laboratory results.

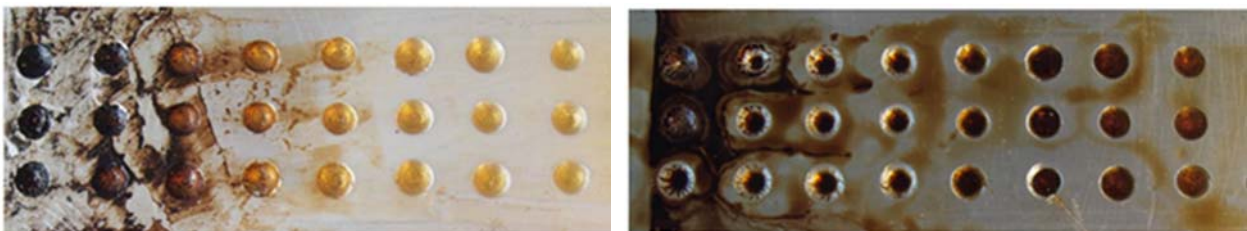


Abb. 3: Verkokungsverhalten eines guten (links) und eines schlechten Fettes (rechts)
Fig. 3: Coking behaviour of a good grease (left) and a bad grease (right)

Wirkungen und Effekte

Durch die Anwendung des neuen Schmierfettes im Sinterrostwagen konnte im Feldversuch die Einsatzzeit ohne Nachschmierung von zuvor wenigen Monaten auf 15 Monate erhöht werden. Durch weitere technische Maßnahmen eines Projektpartners konnte die Einsatzzeit noch weiter gesteigert werden. Der Fettverbrauch und die Wartungszeit wurden damit auf ca. 1/6 reduziert, ohne die Ausfallwahrscheinlichkeit zu erhöhen.

Im Fall des Dichtöls konnte ebenfalls die enorme Wirkung einer geeigneten Bewertungsmethode gezeigt werden: Durch gezielte Auswahl eines alternativen Produktes konnte die Einsatzdauer des Dichtöls um den Faktor 3 erhöht werden.

Impact and effects

The first application in a sinter wagon proved during the field test the extension of the operating period without replenishment from previously few months to 15 months. Additional technical measures by one of the project partners could further increase the operating time. Grease consumption and downtime could be reduced to approx. 1/6th, without increasing the probability of failure.

In the case of the sealant oil the immense effect of proper evaluation methods can be shown similarly. Through the targeted selection of an alternative product the operating time of the sealant oil could be increased by a factor of three.



FORSCHUNGSBEREICH 2

Verschleißprozesse & Verschleißschutz

Das Hauptaugenmerk dieses Forschungsbereiches liegt auf dem Verstehen und Beherrschen von Verschleißmechanismen in technischen Systemen. Art und Ausmaß des Verschleißes werden durch verschiedenste Parameter, wie z. B. Belastungssituation, Umgebungsbedingungen und verwendete Werkstoffe, maßgeblich beeinflusst. Bei der Analyse und Beurteilung des tribotechnischen Systemverhaltens werden nicht nur die mechanische Beanspruchung, sondern auch thermische bzw. chemische Umgebungsbedingungen einbezogen. Analysen werden an verschiedensten Werkstoffgruppen, wie z. B. Metallen, Keramiken und Kunststoffen, durchgeführt. Auf die Besonderheiten der eingesetzten Komponenten (v. a. Geometrie, Werkstoffstruktur) und Untersuchungsmethoden wird dabei jeweils Bezug genommen.

Mit hochauflösenden analytischen Techniken wird die Fröhschädigung von Oberflächen bzw. oberflächennahen Bereichen tribologisch beanspruchter Komponenten untersucht, um ein Grundverständnis zu den Verschleißmechanismen zu erhalten. Dieses Grundverständnis der Oberflächenfröhschädigung im Tribokontakt wird u. a. anhand von Spannungsprofilen unter mechanisch/thermischen Belastungen entwickelt.

Die im Labormaßstab realisierte experimentelle Simulation der Verschleißmechanismen hilft, Verständnis betreffend den konkreten Versagensablauf aufzubauen und in weiterer Folge Abhilfemaßnahmen für die Praxis abzuleiten. Theoretische Ansätze werden durch die wissenschaftliche Interpretation der Experimente untermauert, was ebenso die Grundlage für die Erstellung von Verschleißalgorithmen darstellt.

Wesentliche Zielstellungen sind in der technologischen Herstellung von verschleißfesten Werkstoffen und Beschichtungen, insbesondere mittels der AC²T-High-Power-Direkt-Diodenlaser Technologie, und in der bestmöglichen Auslegung und Verschleißvorhersage von Werkstoffen auf Basis von Werkstoffeinsatzkarten für spezifische Praxisanwendungen angesiedelt.



Research Area Coordinator

Research Prof. Dr.

Irina HUSSAINOVA

Department of Materials Engineering,
Tallinn University of Technology

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

RESEARCH AREA 2

Wear Processes & Protection

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

For a detailed understanding of the wear processes, very early near-surface damage is investigated using advanced analytical tools in order to analyse the influence of microstructure evolution, residual stresses and crack propagation on the lifetime of tribosystems.

Experimental research of tribosystems under several thermomechanical conditions allows a comprehensive understanding of surface damage. The experimental investigations on laboratory scale are able to reproduce real field conditions of wear mechanisms and contribute to the development of fundamental knowledge and cost-effective solutions to current industrial challenges. The scientific interpretation of experiments strengthens the theoretical approach and serves as the basis for formulation of wear algorithms.

A major research goal is the technological development of wear resistant materials and coatings for specific applications and harsh environments (especially using AC²T high-power-direct-diode-laser technology), and the design of application oriented materials by the help of wear maps.



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

Vom Laborversuch zum Prototyp – Entwicklungsumgebung für die Schienenindustrie

Neue Anforderungen, wie höhere Geschwindigkeiten und Achslasten, erfordern die beschleunigte Entwicklung von Schienenwerkstoffen. Der aktuelle Entwicklungszyklus für Schienenwerkstoffe, von der Konzeption bis zum Feldeinsatz, beträgt bis zu zehn Jahre. Bei AC²T wurde eine Entwicklungsumgebung etabliert, welche hierzu den Bereich von der Simulation – über Modelltests – bis hin zur Prototypenverifizierung im Labormaßstab am neuartigen Rad/Schiene-Modellteststand abdeckt. Diese Forschungsarbeit erfolgt in enger Zusammenarbeit mit einem Projektpartner, welcher vollmaßstäbliche Tests, durchführt.

Umweltziele und Herausforderungen für Schienenwerkstoffe

Seitens der Europäischen Union wurde im Jahr 2011 in einer Gesetzesvorlage das Ziel vorgegeben, 50 % des Passagier- und Frachtverkehrs auf Mittelstrecken von der Straße auf Schienen- und Wasserwege zu verlagern.

Diese Zunahme des Schienenverkehrs und des Frachtaufkommens sowie auch der Fahrgeschwindigkeiten führt unausweichlich zu höheren System- und Werkstoffbeanspruchungen. Die Realisierung dieser neuen Anforderungen erfordert eine konsequente Entwicklung von neuen Stahlqualitäten mit höherer Beständigkeit gegen Verschleiß und Rollkontakt-ermüdung. Die Entwicklung und Zertifizierung neuer Schienenwerkstoffe ist jedoch ein langer und aufwendiger Prozess. Für gewöhnlich dauert es etwa zehn Jahre von dem Konzept eines neuen Schienenwerkstoffs bis zur erstmaligen Montage auf der Strecke. Daher bildet die Entwicklung von neuen Schienenwerkstoffen den Flaschenhals bei der zeitnahen Umsetzung des ökologischen Ziels der Verlagerung des Fracht- und Personenverkehrs auf den Schienenweg.

Das Ziel von AC²T ist die Unterstützung unserer Industriepartner durch das Bereitstellen der Rahmenbedingungen für eine neue und vielversprechende Entwicklung von Schienenwerkstoffen von der Simulation über Modellversuche zu einer Prototypenverifikation auf Laborebene. Dadurch ergänzt dieses Konzept die bewährten und langwierigen Entwicklungen und Komponententest seitens der Industrie und verkürzt die Zeitspanne von der Konzepterstellung bis zur Anwendung.

Abb. 1: Rad-Schiene-Modell Tribometer
Fig. 1: Rail-wheel-model tribometer

From lab to prototype – Development environment established for rail industry

The demand, e.g., higher speeds and axes loads, requires a faster development of rail track materials. The current period for rail materials from conception to use in field lasts up to 10 years. AC²T set up a development environment from simulation – over model tests – to prototype verification in lab-scale with a novel test rig for investigating early-damage performance. These research work is done in close collaboration with one of the project partners, who is running full-scale tests.

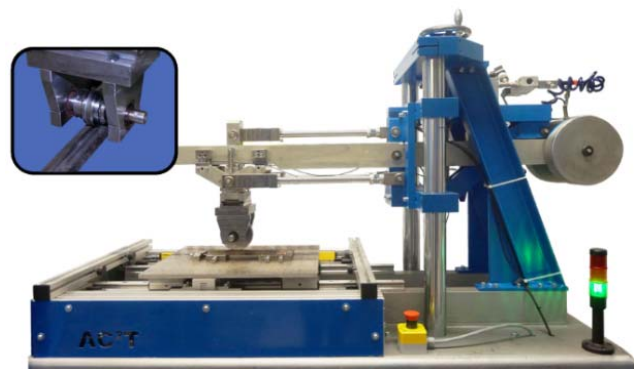
Environmental objectives challenge rail materials

The European Union set the goal in a white paper published in 2011 to shift 50% of medium distance intercity passenger and freight journeys from road to rail and waterborne transport.

An increase in rail traffic, operational speed and freight transportation will unavoidably lead to a higher train frequency and larger axle load. The achievement of these new demands will require the subsequent development of new steel grades with higher resistance to wear and rolling contact fatigue.

Unfortunately, the development and certification of novel rail grades is a long and expensive way. Rail development can require about 10 years from its initial conception until it is finally mounted in a rail track. This path becomes a bottle neck and is clearly incompatible with the environmental goal to increase rail traffic for both freight and passengers in the immediate future.

The objective of AC²T is to establish a development framework ranging from simulation – over model tests – to prototype verification on lab-scale with the aim of supporting our industrial partners to speed up the time from concept to application. Therefore, the development framework complements their long lasting experience and available component testing procedures.



Von der Simulation – über Modelltests – zur Prototypen-Verifizierung

Die Bereitstellung der Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Schienenwerkstoffen erfordert einen interdisziplinären Forschungsansatz. Ziel dabei ist es, unter Laborbedingungen die schädigungsrelevanten Parameter und Bedingungen zu bestimmen. Die Bestimmung der Realbedingungen ist sehr komplex, da viele Parameter nicht direkt gemessen werden können.

From simulation – over model tests – to prototype verification

The establishment of a development framework for rails requires an integral research approach. The goal is to capture in a controlled laboratory environment the most relevant parameters and conditions affecting rail damage. The determination of the real field conditions is complex, and often many parameters cannot be measured directly.

Dabei sind Computersimulationen ein essentielles Werkzeug zur Bestimmung unzugänglicher Parameter, wie Kontaktfläche und Spannungsverteilung. Kenntnisse über diese Daten sind jedoch unabdingbar, um die Parameter für realistische Tests unter Laborbedingungen zu definieren.

Durch die Verwendung eines neuentwickelten Teststands kann eine Bandbreite von Kontakt- und Umweltbedingungen nachgebildet werden. Ein Vorteil dieses Teststands (Abbildung 1) ist die Verwendung von Werkstoffproben, welche aus realen Schienen hergestellt werden. Die Probengeometrie ermöglicht eine einfache Realisierung von Kontaktspannungen, welche typisch für reale Rad-Schiene-Kontakte sind, bei geringeren Lasten. Zusätzlich können auch Stäbe als Probengeometrie verwendet werden. Somit ist es nicht notwendig, zuerst eine Schiene aus potenziellem Schienenmaterial herzustellen.

Am Tribometer können Umweltbedingungen von -20 °C bis zu 70 °C simuliert werden. Diese Variation ist notwendig, da Schienenwerkstoffe sowohl im alpinen Raum als auch in Wüsten einsetzbar sein müssen. Zudem können auch Einflüsse von Schmierung, Luftfeuchte und Sand berücksichtigt werden. Während des Tests rollt ein Rad wiederholt über das Schienensegment, wobei die Kontaktbeanspruchung durch Zug- und Druckspannungen überlagert werden können, um so unterschiedliche Belastungen der Schiene zu simulieren. Bei einer Versuchsdauer von 2-3 Tagen erfährt das Schienensegment ca. 100.000 Überrollungen. Diese kurze Versuchsdauer reicht aus, um die Schädigungsparameter, wie plastische Gefügeverformung, Verschleißwiderstand und Rollkontakt-ermüdung des Schienensegments, zu bestimmen. Des Weiteren wird die Rissbildung an der zyklisch belasteten Oberfläche bestimmt. Diese frühe Rissbildung ist ein typischer Hinweis für das Ausbilden von „Head-Checks“ (Abbildung 2). Dabei können unterschiedliche neue Schienenwerkstoffe in kürzester Zeit speziell bezüglich Rissbildung und Standzeit untersucht werden.

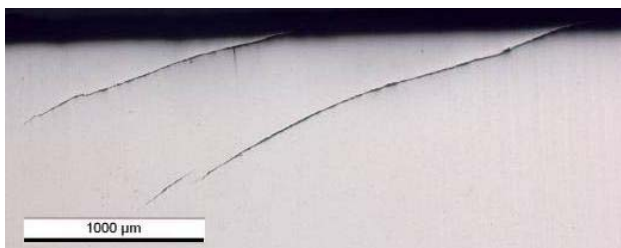


Abb. 2: Querschnitt durch ein geschädigtes Schienenstück „Head-Checks“

Fig. 2: Cross-section of a damaged rail track “head-checks”

Auswirkungen

Die Entwicklungsumgebung bei AC²T vervollständigt die Entwicklung und Validierungsprozesse bei unseren Projektpartnern.

Das Konzept ergänzt industrielle Tests mit Schienen und Rädern in Realgröße, welche weiterhin als entscheidende Benchmark-Tests fungieren. Dieses Vorgehen bietet ein verlässliches Werkzeug, um die Materialauswahl einzugrenzen und das Werkstoffverhalten bezüglich Schmierstoff- und Umwelteinflüssen zu verstehen.

Das Prüfkonzept kann – neben Eisenbahnschienen – auch für hochbelastete Kranschienen-Systeme angewendet werden, wofür ebenfalls ein großes industrielles Interesse besteht.

In this case, computer simulations of the rail-wheel contact are an essential tool to estimate inaccessible parameters such as the contact area and stress distribution. The knowledge of this data is required for defining realistic test parameters in model tests performed at the laboratory.

The scientists are able to simulate a large variety of contact and environmental conditions using a newly developed test rig. One advantage of the test rig (Fig. 1) is that it uses segments machined out of real rails. The segments allow to easily reach the contact stresses typically found in real rail-wheel-contacts – though using smaller loads. The sample geometry can also be easily achieved using rods, thus allowing the possibility to screen prospective rail materials without the need of manufacturing a real rail.

The environmental conditions in the test rig can be varied in order to simulate cold and hot weather conditions ranging from -20 °C up to 70 °C. The wide temperature range is important since rails can be used in alpine or desert conditions. Also operational elements such as lubrication of rails, humidity and presence of sand can be taken into account.

During the test, a wheel rolls over the rail segment repeatedly. The rolling contact can be superposed with tensile and bending stresses in order to simulate different loading conditions faced by the rails. During a testing time of typically 2-3 days, the rail segments undergo ~100,000 cycles. Within this short testing time, plastic deformation, wear resistance and rolling contact fatigue properties of the rails segments are evaluated.

Crack initiation of cyclic loaded surfaces during the operation is determined. These early stage cracks are typical indications for the growth of head checks (Fig. 2). Different novel rail materials can be analysed in a very short time with special focus on crack initiation and lifetime forecast.

Impact and effects

The development environment at AC²T is a suitable tool to complete development efforts and validation procedures available at our project partners.

Our research concept complements component tests using full rails and wheels or track testing available at the industry, which undoubtedly still provide the ultimate benchmark before market certification. However, it provides a reliable tool for narrowing the selection of materials and for investigating the interaction of materials with environmental factors and lubricants.

The framework can be applied for transportation rails, but it can be deployed as well for the investigation of crane rails, which are of high industrial relevance and whose loading conditions are more severe.

FORSCHUNGSBEREICH 3

Reibflächenphänomene und Tribodiagnose

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

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

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



Research Area Coordinator

Ao. Univ.-Prof. Dr.
Herbert STÖRI

Technische Universität Wien

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

RESEARCH AREA 3

Friction Surface Phenomena & Tribodiagnostic

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

process at a microscopic level contributes to the design of optimal tribosystems.

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

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



Abb.: Universal-Tribometer TriboLab™
Fig: Universal Mechanical Tester TriboLab™

Research Area Leader

Dipl.-Ing. Dr. techn.
Martin JECH

AC2T research GmbH

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



Mikroskopischen Partikeln auf der Spur

Die Bestimmung von Größe und Anzahl sehr kleiner Verschleißpartikel in Schmierstoffen dient zur Identifizierung von Verschleißmechanismen und zur Früherkennung von Schäden und Ausfällen in industriellen Anlagen. Durch die neu entwickelte Messmethode ist es erstmals möglich, kleinste metallische Partikel in nicht transparentem Öl zu detektieren, deren Größe und Anzahl sehr präzise zu messen und drohende Schäden in Industrieanlagen rechtzeitig vorzusagen.

Was ist ein Verschleißpartikel?

Den unerwünschten fortschreitenden Materialabtrag an der Oberfläche eines festen Körpers bezeichnet man als Verschleiß. Verschleiß – und damit verbunden das Entstehen von Verschleißpartikeln – tritt in nahezu allen technischen Systemen mit Gleit- bzw. Reibbeanspruchung auf, wie z .B. Reifen/Fahrbahn, Motorlager/Wellen oder künstliche Gelenke im menschlichen Körper.

Verschleiß kann durch mechanische Beanspruchungen, wie Rollen, Gleiten oder Furchen verursacht werden. Der Materialabtrag äußert sich in kleinsten Verschleißpartikeln (Abb. 1). Die Durchmesser der Partikel liegen dabei zwischen wenigen Nanometern und wenigen Mikrometern, d. h. sie sind um einen Faktor zehn bis zehntausend kleiner als die Dicke eines menschlichen Haares. Verschleißpartikel werden jedoch in sehr hoher Anzahl produziert.

Was macht ein Verschleißpartikel?

Verschleißpartikel können Schäden verursachen. Die Wirkung dieser mikroskopisch kleinen Verschleißpartikel kann anhand eines Beispiels illustriert werden: Untersuchungen zeigen, dass die in künstlichen Gelenken (Endoprothesen) entstehenden Verschleißpartikel entzündliche Reaktionen auslösen können, was wiederum zu einer Schädigung des Knochens führt. In diesem Fall muss das künstliche Gelenk vorzeitig gewechselt werden. Bereits bei der Entwicklung müssen daher geeignete Materialien ausgewählt werden, die geringen Verschleiß und dadurch eine geringe Anzahl von Verschleißpartikel erzeugen. Schon im Vorfeld ist es deshalb entscheidend, den Verschleiß sowie die Anzahl und Größe der entstehenden Verschleißpartikel von verschiedenen Prothesenwerkstoffen zu ermitteln. Verschleißpartikel werden auch in täglich genutzten Geräten durch Abrieb verursacht – wie zum Beispiel in Kraftfahrzeugen. Im normalen Betrieb sind die entstehenden Partikel im Schmierstoff nur wenige Nanometer groß. Durch fortdauernde Beanspruchung des Fahrzeugs entstehen im Laufe der Zeit größere Partikel mit einigen Mikrometern Durchmesser, welche die Funktion nachhaltig beeinträchtigen und Schäden verursachen.

Abb. 1: Verschleißpartikel unterschiedlicher Größe zwischen zwei Reibflächen

Fig. 1: Wear particles of different size between two rubbing surfaces

Tracking microscopic particles

The measurement of size and number of small wear particles in lubricants is useful for identifying wear mechanisms and early recognition of any damage or failure of industrial machinery. With the novel measurement method it is possible to detect very small metallic particles in not transparent oil and precisely determine their size in order to predict imminent threats to industrial facilities.

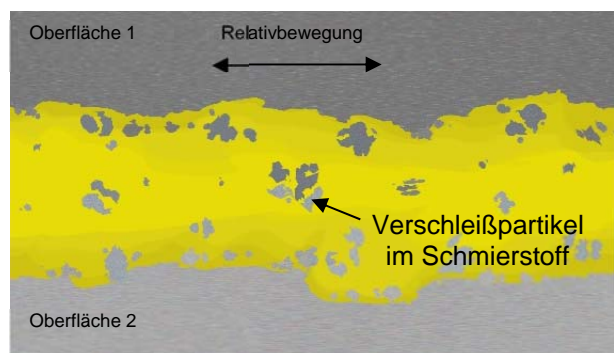
What is a wear particle?

Undesirable, progressive removal of material at the surface of a solid body is called wear. Wear, and with it the generation of wear particles, occurs in almost any technical and biological system, where two bodies are sliding against each other; e.g., tire-road, bearing-shaft, or artificial joints in the human body.

Wear can be caused by mechanical load such as rolling, rubbing or grooving. Removal of material is expressed through small wear particles (Fig. 1). The diameters of such particles can range from a few nanometre up to a few micrometre, i. e., they are thinner than a human hair by a factor of ten to ten thousand. However, a large number of wear particle can potentially be produced.

What does a wear particle do?

Once released in a system, wear particle can cause damage. The impact of microscopic wear particles can be illustrated with the following example: Studies have shown, that wear particles generated in artificial joints (endoprotheses) can be harmful and cause inflammatory reactions, which in turn could damage the substance of the bone. In this case the artificial joint has to be replaced early. Already during the development stage, suitable materials need to be chosen, which exhibit low wear and hence a low number of wear particles. As a consequence, it is important to determine the number and size of wear particles emerging from different prosthesis materials. Wear particles are also generated due to abrasion in daily used devices – such as motorized vehicles. During normal operation, the wear particles in the lubricant are only a few nanometre in size. Permanent load over time, however, can cause the generation of larger particles (up to several micrometre), which can strongly impair the function and cause damages.



Welche Informationen liefern Verschleißpartikel?

Verschleißpartikel treten in unterschiedlicher Größe und Anzahl auf, wobei diese Kennwerte wichtige Informationen über den aktuellen Zustand und auch die Geschichte eines mechanisch beanspruchten Systems liefern können. Fragen, die damit beantwortet werden können, sind zum Beispiel:

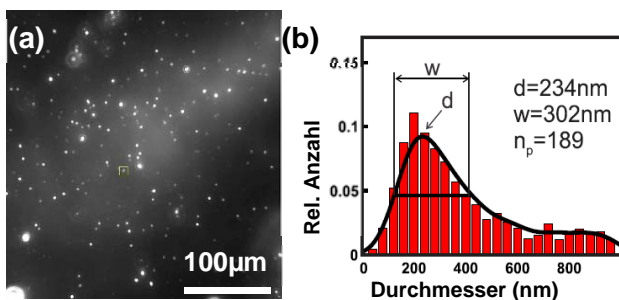
Ist die Funktionalität des Systems noch gewährleistet? Steht ein Ausfall bevor? Welches Bauteil des Systems verschleißt wie stark? Welche Ursachen führen zum Verschleiß? Muss der Schmierstoff des Systems gewechselt werden und sind Wartungsarbeiten nötig?

Um diese Informationen zu erhalten, ist eine Charakterisierung von Verschleißpartikeln nach Anzahl und Größe erforderlich.

Wie kann eine große Anzahl mikroskopischer Partikel gemessen werden?

Das Ziel ist die Detektion und Größenbestimmung von Partikeln mit einer Größe unterhalb von 1 µm. Zusätzlich zu den Partikeln hat man in gebrauchten Schmierstoffen mit Verunreinigungen und Verfärbung zu kämpfen, ebenso wie mit der Viskosität (Zähflüssigkeit) der typischerweise verwendeten Öle.

Um diese Aufgaben zu lösen und Partikelgrößen besonders präzise messen zu können, wird ein miniaturisierter Mikroskopaufbau mit spezieller Dunkelfeldanordnung der Probe und der Sensorelemente eingesetzt. Verschleißpartikel werden von benachbarten Molekülen laufend angestoßen und üben dadurch eine „Zitterbewegung“ mit kleinster Auslenkung aus, die je nach Partikelgröße unterschiedlich stark ist. Mit Hilfe des Mikroskopaufbaus werden die Partikelbahnen vergrößert und sichtbar gemacht und anschließend in eine Partikelgröße umgerechnet (Abb. 2). Mit Hilfe von Mikrofluidik können dünne Flüssigkeitsfilme (kleiner als die Dicke eines Haares) untersucht werden. Bei diesen Dicken sind auch sehr trübe und dunkle Flüssigkeiten transparent und die Partikelbewegung kann dadurch sichtbar gemacht werden.



What information can we get from wear particles?

Wear particles exhibit different sizes and numbers, which are relevant parameters that can provide information on the current state and as well the history of a mechanically stressed system. Some of the questions that can be answered include:

Is the functionality of the system still guaranteed or should failure be expected? Which components of the system are subject to wear and how strongly? What is the cause of wear? Does the lubricant need changing and is maintenance work required?

To gain this information, wear particles need to be precisely characterised with respect to number and size.

How to measure a large number of microscopic particles?

The goal is the detection and size measurement of particles with sizes below 1 µm. In addition to wear particles, lubricants may contain contaminations and they can be turbid or discoloured. Also, the viscosity of typical oils can complicate particle size measurements.

To solve these tasks and to measure particle sizes very precisely, a miniaturized microscope setup with a special dark field arrangement of the sample and the sensor elements is employed. Wear particles are being pushed by neighbouring molecules of the liquid and therefore exhibit a jittery motion with minute displacements. The extent of these displacements depends on the particle size. With the microscope setup, the particle tracks can be visualized and magnified, and eventually the particle size can be calculated from the acquired information (Fig. 2). Microfluidic technology is used to investigate thin liquid films (thinner than the thickness of a hair). As a consequence, also very turbid or dark liquids can be made transparent and therefore reveal particle motion.

Abb. 2: (a) Aufnahme von Partikeln mittels sog. Dunkelfeld-mikroskopie und (b) Größenverteilung von Verschleißpartikeln in Öl

Fig. 2: (a) Recording of particles with dark field microscopy and (b) size distribution of particles in oil

Nutzen und Anwendungen

Die neue Methode wird in der Entwicklung neuer Werkstoffe für z. B. Gelenkprothesen, Motor- und Getriebekomponenten oder hoch beanspruchten Komponenten angewendet, wodurch eine bessere Funktionalität und erhöhte Lebensdauer erreicht werden kann. In Industrieanlagen soll die entwickelte Methode zur Zustandsüberwachung industrieller Prozesse eingesetzt werden. Drohende Systemschäden werden dadurch frühzeitig erkennbar und können somit durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

Benefit and applications

The new method is used in the course of the development of new materials for, e. g., joint prosthesis or components for engines and gears, in order to achieve better functionality and increased lifetime. Industrial facilities could benefit from the developed method, which can be applied for monitoring of industrial processes. Incipient damages to the system can be recognized early and can be prevented with suitable measures, thus ensuring secure operation.



FORSCHUNGSBEREICH 4

RESEARCH AREA 4

Numerische und experimentelle Simulation

Computation & Experimental Simulation

Tribologische Prozesse, wie z. B. Reibung und Verschleiß, finden auf unterschiedlichsten Längen- und Zeitskalen statt, beginnend bei der (sub-)atomaren bis zur makroskopischen Ebene. Daher sind tribologische Systeme in ihrer vollen Komplexität nur in einer skalen- übergreifenden Art und Weise umfassend und realistisch zu beschreiben, und zwar durch entsprechende Kopplung verschiedener, auf ihrer jeweiligen Größenskala präzisen, Methoden.

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

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

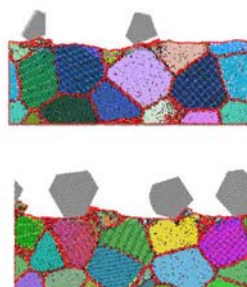
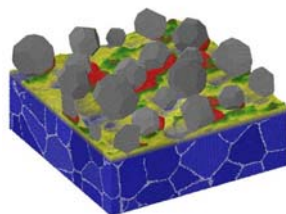


Abb.: Atomistische Simulation eines Schleifprozesses eines nanokristallinen 3D Eisenwürfels (links) und Darstellung von 2 Querschnitten daraus, welche die Gitterorientierung zeigen (rechts)

Fig.: Atomistic simulation of grinding a nanocrystalline 3D iron specimen (left) with two visualized AC²T-developed grain orientation tomographs (right)

Der Forschungsbereich unterstützt alle Forschungsvorhaben im Exzellenzzentrum für Tribologie in Hinblick auf den Einsatz computergestützter Methoden durch Entwicklung von entsprechenden Algorithmen und Ausstattung mit adäquaten Software-Tools.

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

The research area also supports all the computational efforts in the Excellence Centre of Tribology by providing adequate theoretical models, numerical algorithms, and software tools.

Die in den Mutterdisziplinen anerkannten Techniken und Werkzeuge werden kreativ kombiniert und spezifisch für den Einsatz in der Tribologie weiterentwickelt, um alle Aspekte der Skalenhierarchie genau abzubilden. Ein Ziel des Forschungsbereiches ist es, die mit den einzelnen Skalen verbundenen Methoden zu vereinen und damit in Österreich ein neu etabliertes Forschungsgebiet der computerunterstützten Multiskalen-Tribologie, zu konsolidieren.

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



Research Area Coordinator

Univ.-Prof. Dr.

Gerhard BETZ

Technische Universität Wien

Molecular dynamics, mathematical physics, surface and plasma physics, physics of ions and interaction of particles with solid bodies



Research Area Leader

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

András VERNES

AC²T research GmbH

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

Das lautlose Lager – Heinzelmännchen im Alltag

Auf der Suche nach einem Sintergleitlagersystem für die Automobilindustrie, das nicht nur langlebig und zuverlässig, sondern auch bei tiefsten Temperaturen noch äußerst geräuscharm ist, wurde AC²T gemeinsam mit führenden Zulieferunternehmen aus der Automobilbranche fündig. Durch geschickte Kombination von Modellbildung, Laborversuch, Messtechnik und Analytik konnte ein neuartiger Schmierstoff auf den Markt gebracht werden, mit dem Scheibenwischer und Fensterheber auch bei tiefen Temperaturen ohne unangenehmes „Kältequietschen“ fast reibungslos ihren Dienst tun.

Was alles quietscht

Quietschen ist uns allen aus dem Alltag wohlbekannt: sei es der kaputte Lüfter beim Laptop, der Mixer oder die Tür, deren Scharniere dringend geschmiert werden müssen. In einem Auto sind hiervon besonders die in Scheibenwischern, Fensterhebern, Ventilatoren oder der Komponenten der Klimatisierung eingebauten Gleitlager betroffen. Da in der Automobilindustrie neben der Zuverlässigkeit auch der Komfort als höchste Prämisse gilt, nehmen wir eine unerwünschte Geräuschkulisse im regulären Betrieb als äußerst unangenehm und störend wahr.

Ein Gleitlager ist ein einfaches und kostengünstiges Massenbauteil, das seine Aufgabe zum Stützen und Führen einer Welle (eines Antriebsaggregates) erfüllt. Sogenannte Sintergleitlager bestehen aus porösen, pulvertechnisch hergestellten Werkstoffen. Sie werden wie ein Schwamm mit Schmierstoff (auf Ölbasis) getränkt. Sie haben den Vorteil der „Lebensdauer-schmierung“, das heißt sie sind über ihre Laufzeit von typischerweise 15 Jahren wartungsfrei und funktionsfähig.

Die Motivation für die Formulierung eines neuen Sinterlager-tränköls wurde durch den Wunsch der Kunden begründet, einerseits ruhigen Lagerlauf sicherstellen zu können, im Speziellen das sogenannte „Kältequietschen“ bei Temperaturen unter -20 °C zu verhindern. Andererseits ist natürlich weiterhin die volle Funktionalität und Lebensdauer des Lagers in einem Temperaturbereich von -40 °C bis +120 °C zu gewährleisten, denn der Einsatz muss sowohl in kalten Regionen als auch im heißen Motorraum möglich sein. Bisherige Schmierstoffe haben die erforderliche Laufruhe vor allem bei tiefen Temperaturen nur unzureichend gewährleistet. Man kann also sagen: ein beöltes Sintergleitlager muss verlässlich, langlebig, wartungsfrei, lautlos und natürlich auch kostengünstig sein.

Abb. 1: Versuche unter Realbedingungen am Lager bis -60 °C (unten der Vibrationsensor zur Messung der Kältegeräusche)

Fig. 1: Bearing experiments under realistic operating conditions down to -60 °C (at the bottom: vibration sensor for measuring the cold noises)

The silent bearing – Our little “everyday helper”

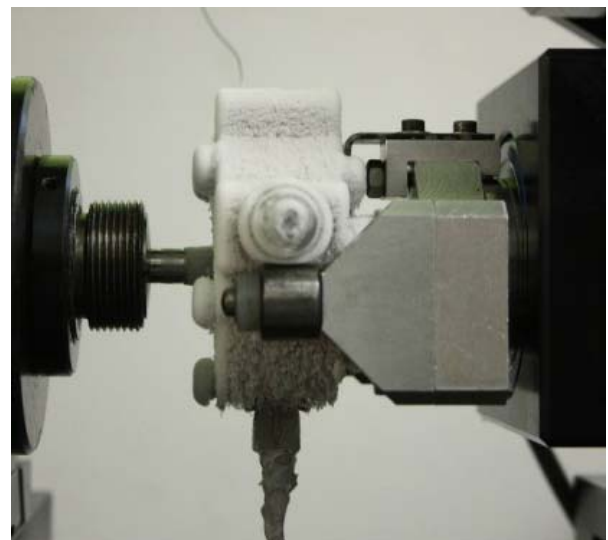
The quest of AC²T and leading automobile parts suppliers for a porous journal bearing system for the automotive industry that is not only long-lived and reliable, but also extremely quiet even at the lowest operating temperatures, was crowned with success. The smart combination of modelling, laboratory experiments, measurement technology, and analysis led to the market launch of a novel lubricant that allows windshield wipers and power window lifts to operate without that dreadful cold squeaking noise, even well below freezing.

All that squeaks

We all know squeaking from everyday life: the broken fan on your laptop computer, the electric mixer or the door whose hinges are in dire need of some oil. In cars, this affects mainly the bearings used in windshield wipers, power window lifts, fans, and air conditioners. In the automotive industry, reliability and comfort have the highest priorities, so we usually consider unpleasant noises during regular operation unacceptable.

A journal bearing is a simple and cheap mass-production element, which in principle does its job when being paired with a matching shaft (of a drive). So-called porous journal bearings are produced from metal powders and are soaked with a lubricant like a sponge. They have the advantage of “life-time lubrication”, that is, they are maintenance-free and functional for their running life of typically 15 years.

The motivation for formulating a novel porous bearing oil was the customers' wish for a smoothly running bearing, in particular the prevention of so-called “cold squeaking” at temperatures below -20 °C. On the other hand, the full functionality and the running life of the bearing in the temperature range from -40 °C to +120 °C must be kept, since operation must remain possible in cold regions as well as in the hot engine compartment. Previous lubricants have frequently failed in terms of quiet running, especially at low temperatures. We could summarize that a soaked porous journal bearing has to be reliable, long-lived, maintenance-free, silent, and of course also cheap.



**Simulation – Laborversuch –
Validierung – Prototyp**

Die Herausforderung bestand darin, eine Entwicklungsumgebung aus der Kombination von Simulation und Laborversuchen aufzubauen, um die Lebensdauer und die Funktionalität bestimmen zu können und diese unter realitätsnahen Bedingungen nachzustellen. Die experimentelle Seite fokussierte hier auf eine zielgerichtete „kreative“ Adaption eines Präzisionslagerprüfstands (Tribometers), um die relevanten Phänomene – Kältequietschen und Langzeitstabilität – beobachtbar und messtechnisch erfassbar zu machen. Dies wurde einerseits durch den Einsatz speziell konstruierter temperierbarer Probenhalter, andererseits durch Anwendung von spezieller Vibrationssensorik (siehe Abb. 1), realisiert, deren Auswertung sich Analysemethoden aus der Spracherkennung bediente.

Zusätzlich wurde mittels Simulation der Einfluss von Lagergeometrie, Werk- und Schmierstoffeigenschaften, Temperatur und Betriebsparametern (Last, Geschwindigkeit) auf die Laufeigenschaften des Lagers (Reibungsverluste, Schmierzustand, etc.) untersucht. Im weiteren wurde die winkelabhängige Öldurchströmbarkeit des von zwei der Projektpartner patentierten „Sinuslagers“ (mit 10 abwechselnd stärker und schwächer verdichteten Zonen) modelliert (Abb. 2) und auf einem von AC²T Laboraufbau validiert. Begleitet wurden diese Ansätze von umfassender chemischer sowie physikalischer Schmierstoff- und Werkstoffanalytik.

Abb. 2: Modell zur Durchströmung eines „Sinus-Gleitlagers“ mit stärker und schwächer verdichteten Zonen

Fig. 2: Model for the flow through a “sine-journal bearing” with stronger and weaker densified zones

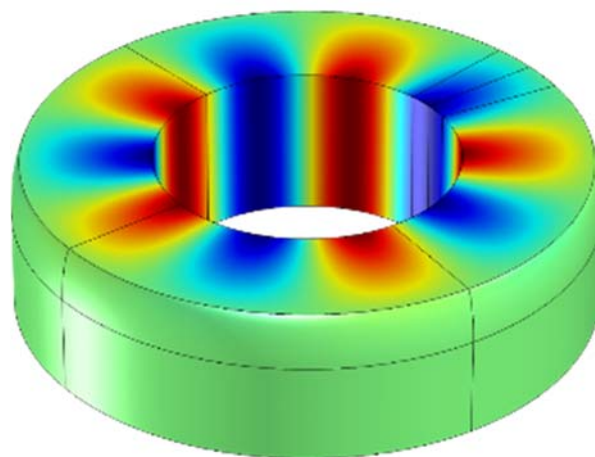
Wirkungen und Effekte

Durch das gemeinsame Forschungsprojekt zwischen AC²T und den beteiligten Industriepartnern konnte ein neuer Schmierstoff erfolgreich entwickelt und in die Serienproduktion übergeführt werden. Wesentlich für den Erfolg war, dass alle Unternehmen der Wertschöpfungskette (Schmierstoffhersteller Klüber, Lagerhersteller GKN, Anwender Bosch und ebm-papst) gemeinsam mit dem Forschungspartner AC²T in einem langfristigen Projekt die Grundlagen erforscht werden konnten, die die Entwicklung eines neuen Produktes wesentlich begleitet haben.

**Simulation – Laboratory experiment –
Validation – Prototype**

The challenge was to design a developing environment from a combination of simulation and laboratory experiments, to assess the running life and the functionality, and to emulate these under realistic operating conditions. The experimental part focused on a targeted “creative” adaptation of a precision tribometer to make the occurring phenomena – cold squeaking and long term stability – observable and measureable. On one hand, this was achieved via heat-able and cool-able sample holders constructed at AC²T, and on the other hand via a special vibration sensor (see Fig 1), the data of which was analysed using methods borrowed from speech recognition,

Additionally, simulations were carried out to study the influence of bearing geometry, the material and lubricant properties, temperature, and operational parameters (load, rotation speed) on the running properties of the bearing (friction losses, lubrication state, etc.). It was also necessary to model the angle-resolved oil permeability of the so-called “sinusoidal bearing” (see Fig. 2), patented by two project partners and featuring 10 alternating zones of stronger and weaker compression, and to validate the results on a AC²T test rig. These measures were accompanied by rigorous chemical and physical lubricant and material analysis.



Effects and Outcome

The joint research project of AC²T together with industrial partners led to the successful development and market launch of a novel porous bearing lubricant. It was critical for the success that all players in the supply chain (lubricant producer Klüber, bearing producer GKN, automobile parts suppliers Bosch and ebm-papst) cooperated with the research partner AC²T in a long-term project to explore the fundamentals, which allowed the development of a new product.

Laborgeräte

Laboratory Equipment

Tribosystem-Charakterisierung

Tribosystem-Characterization

Schwing-Reibverschleiß-Tribometer (SRV IV) mit schwenkbaren Probenkammer und dynamischer Belastungseinheit
SRV IV Tribometer (High Frequency Friction Machine) with adjustable inclination and rotation of the test chamber and Dynamic-Load-Unit

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Universelles Tribometer
Universal Mechanical Tester

Radiallager-Tribometer
Radial Bearing Tribometer

Gleitlager-Tribometer
Journal Bearing Tribometer

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

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

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

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

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

Gewindeformteststand
Thread Forming Test Rig

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

Hüftgelenk-Simulatoren
Hip Joint Simulators

Papierwalzen-Schaber Teststand
Doctor Blade-Press Roll Test Rig

Wischerblatt Teststand
Wiper Blade Test Rig

Schmierstoffprüfgerät nach Brugger
Brugger Lubricant Tester

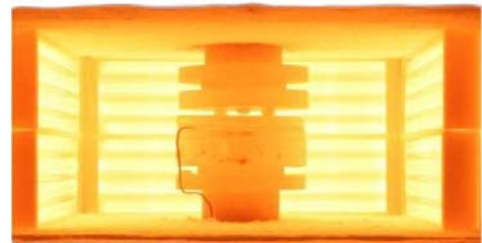
Permeabilitätsmessgerät (für zylindrische und ebene Proben)
Permeability Measuring Systems (for cylindrical and planar samples)

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

FlexPro Software zur Datenanalyse
FlexPro software for data analysis



Universelles Tribometer TriboLab™
 Universal Mechanical Tester TriboLab™



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



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

Technologien zur Werkstoff & Oberflächengestaltung

Surface Processing & Design

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

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

Prall-Abrasions-Tribometer
 Impeller Tumbler Tribometer

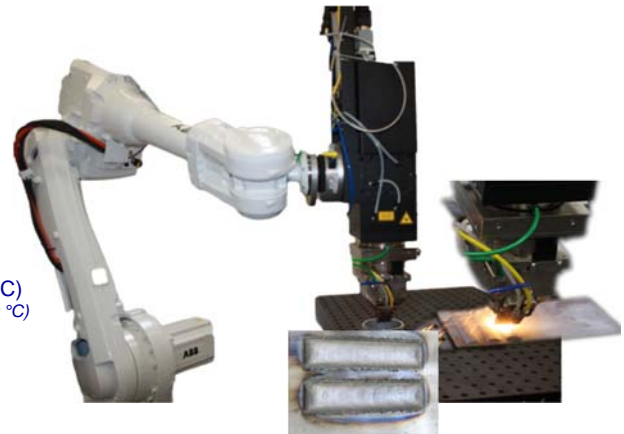
Fall-Hammer-Teststand mit Heizeinheit
 Single Impact Tester with heating unit

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

Hochtemperatur-Reibradttester mit Abrasivmaterial-Heizofen (bis 800 °C)
 High Temperature Dry Sand / Steel Wheel Tester with abrasive heating unit (up to 800 °C)

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

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



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

Werkstoffanalytik

Materials Analysis

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



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

Ritz-Tester für ebene und gekrümmte Oberflächen (10 N - 100 N)
 Scratch-Tester for flat and spherical surfaces (10 N - 100 N)

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

Nanoindenter und Nano-Ritz-Tester in Reinraumumgebung (Klasse 7 nach ISO14644-1)
 Nanoindenter and Nano-Scratch-Tester in Clean Room Environment (ISO 14644-4 class 7)

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

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

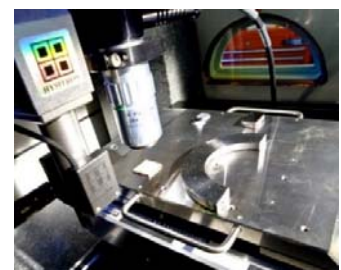
Vickers-Warmhärte-Teststand (20 °C - 700 °C)
 High-Temperature Vickers-Hardness Tester (20 °C - 700 °C)

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

Auflichtmikroskop mit digitaler Kamera
 Optical Light Microscope with Digital Camera

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

Quantitative Bildanalyse
 Quantitative Image Analysis



Nanoindenter Testkammer
 Nanoindenter test chamber



Lichtmikroskop mit Multi-Filter-System und hochauflösenden digitalem Bildwandler
 Light Microscope with multi-filter system and high-resolution digital imager

Schmierstoffe und Schmierstoffanwendungen

Lubricants and Lubrication

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

Fourier-Transform-Infrarot-Mikroskop
Fourier Transform Infrared Microscope

UV-Vis-Spektrometer
UV-Vis Spectrometer

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

Atomemissionsspektroskop
Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (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, oxidativ)

Oxidationsstabilität von Schmierölen (RBOT, RPVOT), ASTM D 2272
Oxidation stability of lubricating oils (RBOT, RPVOT), ASTM D 2272

Oxidationscharakterisierungsgerät für Schmieröle (TOST), ASTM D 943
Oxidation characterisation test apparatus for lubricating oils (TOST), ASTM D 943

BAM-Stabilitätstestgerät, DIN 51352 Teil 1 und 2
BAM stability test apparatus, DIN 51352 part 1 and 2

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

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 (Orbahn), DIN 51382
Diesel Injector Rig for the Determination of the Shear Stability (Orbahn), DIN 51382

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

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

Mini Pour Point Tester gemäß DIN ISO 3016
Mini Pour Point tester based on DIN ISO 3016

Klein-Verkokungstester gemäß GFC Lu 27-T-07
Micro Coking Tester based on GFC Lu 27-T-07

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

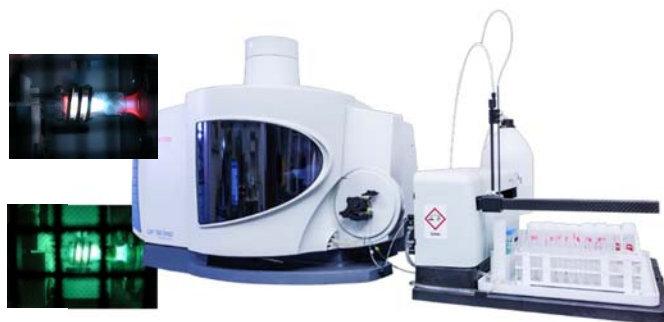
Kupferstreifentestgerät, EN ISO 2160
Copper Strip Test, EN ISO 2160

Stabinger-Viskosimeter (für einen weiten Viskositäts- und Temperaturbereich), ASTM D 7042
Stabinger Viscometer (for a wide range of viscosity and temperature), ASTM D 7042

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

Kapillarviskosimeter (Ubbelohde, Herzog), ASTM D 445
Capillary Viscometers (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



Atomemissionsspektroskop; Analysekammer mit Plasmafackel (betrieben mit unterschiedlichen Versuchsmusterlösungen) / ICP-OES; analysis chamber with plasma torch (operated with different sample solutions)



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



Schmierstofflabor 1, zertifiziert gemäß ISO 9001:2015 (Zertifikat Reg.-Nr. Q1530899) und ISO 14001:2015 (Zertifikat Reg.-Nr. U1530899)
Laboratory for Lubricants 1, certified according ISO 9001:2015 (certificate registration no. Q1530899) and ISO 14001:2015 (certificate registration no. U1530899)

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

Rotierender Tropfen Tensiometer
Spinning Drop Tensiometer

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

Rotationsrheometer
Rotational Rheometer

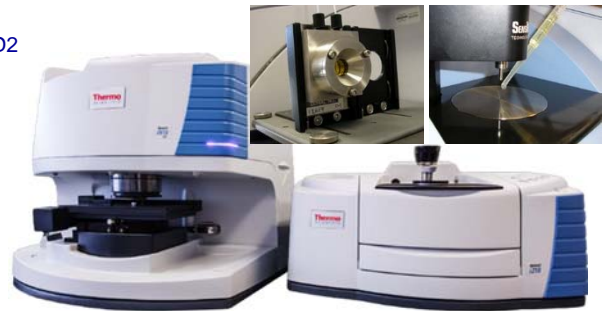
Apparate zur Bestimmung von / *Device for the Determination of*

Demulgiervermögen, ASTM D 1401
Water Separability, ASTM D 1401

Luftabscheidevermögen, DIN 51381
Air Release Behaviour, DIN 51381

Schaumverhalten, ASTM D 892
Foaming Characteristics, ASTM D 892

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



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

Erweiterte chemische Analytik

Advanced Chemical Analysis

Gaschromatograph gekoppelt mit Flammen-Ionisations-Detektor und Triple-Quadrupol-Massenspektrometer (GC-FID-MS)
 Diverse Injektionssysteme für die GC, Flüssiginjektion für Proben in Lösung, Pyrolyse für feste oder hochmolekulare Proben, Headspace (HS) für flüchtige Verbindungen, Gasaufgabesystem bei konstantem Druck (CPI), Festphasenmikroextraktion (SPME), Direktinjektion in das Massenspektrometer (DIP)

Gas chromatograph coupled with Flame Ionisation Detector and Triple Quadrupole Mass Spectrometer (GC-FID-MS)
Diverse Injection Systems for GC, Liquid Injection (for samples in solution), Pyrolysis (for solid or high molecular samples), Headspace (for volatiles), Constant Pressure Infusion (for gases), Solid-Phase Microextraction, Direct Inlet Probe in the Mass Spectrometer

Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) gekoppelt an einen Photodiodearray-Detektor (PDA) und die LTQ Orbitrap XL
High-Performance Liquid Chromatography coupled with a Photo Diode Array (PDA) and the LTQ Orbitrap XL

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

High Resolution High Accuracy Tandem Mass Spectrometer LTQ Orbitrap XL in Clean Room Environment (ISO 14644-4 class 7)

Atmospheric Pressure Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Mass Spectrometer (for organic compounds on surfaces), Electrospray Ionisation (for samples in solution), Atmospheric Pressure Chemical Ionisation

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

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

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

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

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

Potentiostat zur Charakterisierung tribokorrosiver Vorgänge
Potentiostat for Characterisation of Tribocorrosion

Small-Spot Röntgen-Photoelektronen-Spektrometer und Analysenkammer (rechts oben) im AC²T-Reinraum / Small-Spot Parallel Angle Resolved X-Ray Photoelectron Spectrometer (XPS) and analytic chamber (right) in Clean Room Environment



Gaschromatograph /
 Gas chromatograph



Tribosystem-Modellierung & Simulation

LINUX HPC Cluster mit 1344 Prozessorkernen (25 TFlops)
LINUX HPC Cluster with 1344 processor cores (25 TFlops)

Comsol Multiphysics Finite Elemente Software
Comsol Multiphysics Finite Elemente software

Matlab Software für numerische Mathematik
Matlab numerical mathematics software

Mathematica Software für symbolische Mathematik
Mathematica symbolic mathematics software

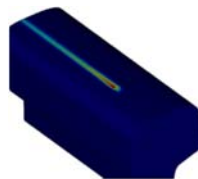
Simulink Software für die Simulation dynamischer Systeme
Simulink software for the simulation of dynamic systems

LAMMPS Software für Moleküldynamiksimulationen
LAMMPS molecular dynamics simulation software

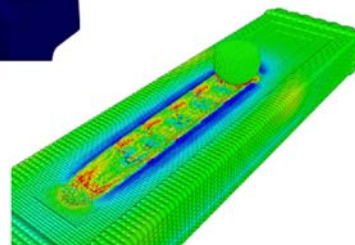
VASP Software für ab-initio Berechnungen
VASP ab initio calculation software



*Erwärmung in einem Rad-Schiene-Kontakt infolge Reibschlupf
 Heating due to frictional sliding contact in a wheel-rail contact*



*Ritztest eines kugelförmigen Eindringkörpers auf einer Kupferoberfläche in SPH-Diskretisierung
 Scratch test of a spherical indenter on a copper surface in SPH-discretization*



Tribosystem-Modelling & Simulation

Tribologie-fokussierte Messtechnik

Berührungslos messende Oberflächentopografiemessgeräte
Non-contact surface topography measurement systems

3D-Konfokales Weißlicht-Mikroskop
3D Confocal White Light Microscope

3D-Weißlicht Mikroskop mit Interferometer
3D White Light Microscope with Interferometer

3D-Mikroskop basierend auf dem Fokusvariationsprinzip
3D Microscope based on Focus-Variation

3D-Profilometer (mobil einsetzbar)
3D Profilometer (mobile useable)

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

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

Konfokale Miniatursensoren (für Abstandsmessungen im µm-Bereich)
Confocal Miniature Sensors (for displacement in the µm-range)

Wirbelstromsensoren (für Abstandsmessungen im nm-Bereich an elektrisch leitenden Werkstoffen berührungslose Erfassung von Weg, Abstand, Position aber auch Schwingungen/Vibrationen)
Eddy Current Sensors (for distance measurement in nm-range for electrically conducting materials contact-free determination of distance, displacement, position as well as oscillations & vibrations)

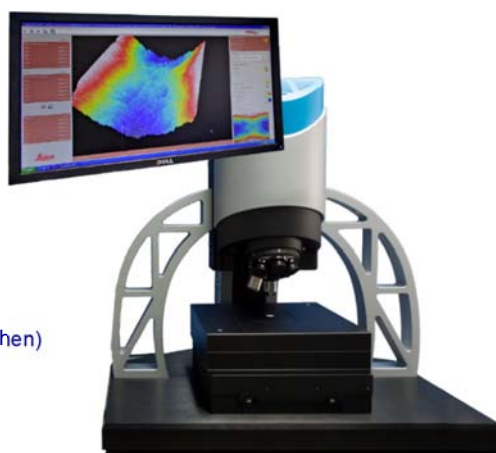
Beschleunigungssensoren und Hochleistungsmikrofon (zur Bestimmung der Vibrationen bei tribologischen Experimenten)
Accelerometers and high-performance microphone (to characterise the vibrations occurring during tribological experiments)

Methode der akustischen Emission (AE) (zur Untersuchung von tribologischen Mechanismen durch Analyse des akustischen Signals im Hochfrequenzbereich (20 kHz-3 MHz))
Acoustic Emission method (AE) (for investigation of tribological mechanisms by analysis of the acoustic signal in high-frequency range (20 kHz-3 MHz))

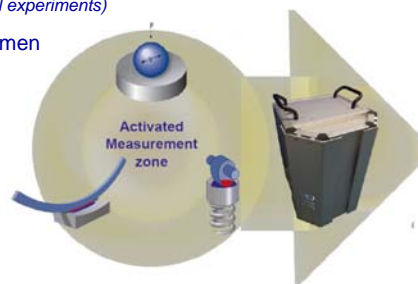
Zeitraffer-Kamerasystem
Fast Motion Camera System

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

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



*Topografiemessgerät für schwere Teile (bis zu 30 kg)
 Topography measurement system for heavy parts (up to 30 kg)*



*Verschleißmessung basierend auf radioaktiven Isotopen (RIC-Methode) /
 Wear measurement scheme based on RIC method*

Konstruktion & Prototyping

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

Labor zur Entwicklung von Sensoren
Laboratory equipment for sensor development

CAD-Software (Solid Works, Solid Edge ST2)
CAD-Software (Solid Works, Solid Edge ST2)

LabVIEW Echtzeit Software-Modul
LabVIEW Real-Time Software Module

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



Engineering & Prototyping

Publikationen

Publications

Im Folgenden sind die für den Berichtszeitraum relevanten Publikationen zusammengestellt, die unter Mitarbeit von AC²T-Angehörigen entstanden sind und/oder im Zusammenhang mit Ergebnissen aus XTribology-Projekten stehen.

Publikationen sind nach Datum sortiert; Namen von AC²T-Angehörigen sind durch **Fettdruck** hervorgehoben.

Below there are compiled all publications relevant for the reporting period and which were (co-)authored by AC²T team members and/or resulted from XTribology research projects.

Publications are sorted by date; names of members of the AC²T team are **printed in bold letters**.

Begutachtete Publikationen

Reviewed publications

Molnar W., Nugent S., Lindroos M., Apostol M., **Varga M.:** Ballistic and numerical simulation of impacting goods on conveyor belt rubber, *Polymer Testing*, Vol 42, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.polymertesting.2014.12.001, p 1-7, 2015.

Hernandez S., Hardell J., **Winkelmann H., Rodriguez Ripoll M.,** Prakash B.: Influence of temperature on the abrasive wear of boron steel and hot forming tool steels, *Wear*, Vol 338-339, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.wear.2015.05.010, p 27-35, 2015.

Scheichl B., Neacsu A., Kluwick A.: A novel view on lubricant flow undergoing cavitation in sintered journal bearings, *Tribology International*, Vol 88, Elsevier, DOI: 10.1016/j.triboint.2015.02.014, p 189-208, 2015.

Reicher H., Petrica M., Pesendorfer F.: Effect of surface modification of glass substrates on adhesive strength of copper coatings, *International Journal of Surface Science and Engineering*, Vol9, No. 5, DOI: 10.1504/IJSURFSE.2015.072065, p 436-451, 2015.

Miranda Medina M.L., Somkuti P., Bianchi D., Cihak-Bayr U., Bader D., **Jech M., Vernes A.:** Characterisation of orange peel on highly polished steel surfaces, *Surface Engineering*, Vol 31 Is 7, DOI: 10.1179/1743294414Y.0000000407, ISSN: 0267-0844, p 519-525, 2015.

Pejakovic V., Jisa R., Franek F.: Abrasion resistance of selected commercially available polymer materials, *Tribologia - Finnish Journal for Tribology*, Vol 33 Is 1, The Finnish Society for Tribology, p 21-27, 2015.

Lindroos M., Ratia V., Apostol M., Valtonen K., Laukkanen A., **Molnar W.,** Holmberg K., Kuokkala V.: The effect of impact conditions on the wear and deformation behavior of wear resistant steels, *Wear*, Vol 328-329, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.wear.2015.02.032, p 197-205, 2015.

Ruiz-Diez V., Hernando-García J., Manzanegue T., **Kucera M.,** Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Modelling out-of-plane and in-plane resonant modes of microplates in liquid media, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, Vol 25, DOI: 10.1088/0960-1317/25/7/074005, p 074005, 2015.

Feldbauer G., Wolloch M., Bedolla P.O., Mohn P., Redinger J., **Vernes A.:** Adhesion and material transfer between contacting Al and TiN surfaces from first principles, *Physical Review B: Condensed Matter*, Vol 91 Is 16, DOI: 10.1103/PhysRevB.91.165413, p 165413 1-13, 2015.

Bianchi D., Mayrhofer E., Gröschl M., Betz G., **Vernes A.:** Wavelet packet transform for detection of single events in acoustic emission signals, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol 64-65, Elsevier, DOI: 10.1016/j.ymsp.2015.04.014, p 441-451, 2015.

Pejakovic V., Totolin V., Gocerler H., Brenner J., Rodriguez Ripoll M.: Friction and wear behaviour of selected titanium and zirconium based nitride coatings in Na₂SO₄ aqueous solution under low contact pressure, *Tribology International*, Vol 91, Elsevier, DOI: 10.1016/j.triboint.2015.04.047, p 267-273, 2015.

Sequard-Base J., Lenauer C., Lazarev V.E., Gavrillov K., Doikin A., **Vorlauffer G.:** A modified energy-based model for describing wear processes applied to an internal combustion engine, *Int. Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, Vol 3 Is 2, ISSN: 2046-0546, online ISSN: 2046-0554, DOI: 10.2495/CMEM-V3-N2-150-164, ISSN: 0219-8762, p 150-164, 2015.

Eder S.J., Feldbauer G., Bianchi D., Cihak-Bayr U., Betz G., **Vernes A.:** Applicability of macroscopic wear and friction laws on the atomic length scale, *Physical Review Letters*, Vol 115, DOI: 10.1103/PhysRevLett.115.025502, p 025502(5), 2015.

Tomala A., Vengudusamy B., Rodriguez Ripoll M., Naveira Suarez A., Remskar M., Rosentsveig R.: Interaction between selected MoS₂ nanoparticles and ZDDP tribofilms, *Tribology Letters*, Vol 59 Is 1, DOI: 10.1007/s11249-015-0552-z, p 26 (1-18), 2015.

Varga M., Flasch M., Badisch E.: Introduction of a novel tribometer especially designed for scratch-, adhesion- and hardness investigation up to 1000°C, *Journal of Engineering Tribology, Proc IMechE Part J*, Vol 208-210, SAGE publishing, DOI: 10.1177/1350650115592918, 2015.

Varga M., Widder L., Griesinger M., Adam K., **Badisch E.:** Wear progress and mechanisms in high temperature sieves, *Engineering Failure Analysis*, Vol 61, Elsevier B.V., Cambridge (GB), ISSN: 1350-6307, p 46-53, 2015.

Linz M., Cihak-Bayr U., Trausmuth A., Scheriau S., Künstner D., **Badisch E.:** EBSD study of early-damaging phenomena in wheel-rail model test, *Wear*, Vol 342-343, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.wear.2015.08.004, p13-21, 2015.

Kucera M., Wistrela E., Pfusterschmied G., Ruiz-Diez V., Sánchez-Rojas J.L., Schalko J., Bittner A., Schmid U.: Characterisation of multi roof tile-shaped out-of-plane vibrational modes in aluminiumnitride-actuated self-sensing micro-resonators in liquid media, *Applied Physics Letters*, Vol 107 Is 5, Am. Inst. of Phy., DOI: 10.1063/1.4928429, p 053506, 2015.

- Haiden C., Wopelka T., Jech M.,** Keplinger F., Vellekoop M.: A microfluidic chip and dark-field imaging system for size measurement of metal wear particles in oil, *IEEE Sensors Journal*, Vol 16 Is 5, IEEE Sensors Council, ISSN: 1530-437X, DOI: 10.1109/JSEN.2015.2501355, p 1182 - 1189, 2015.
- Totolin V., Rodriguez Ripoll M., Jech M.,** Podgornik B.: Enhanced tribological performance of tungsten carbide functionalized surfaces via in-situ formation of low-friction tribofilms, *Tribology International*, Vol 94, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.triboint.2015.08.017, ISSN: 0301-679X, p 269-278, 2015.
- Sharma V., **Gabler C., Dörr N.,** Aswath P.: Mechanism of tribofilm formation with P and S containing ionic liquids, *Tribology International*, Vol 92, Elsevier B.V., DOI: doi:10.1016/j.triboint.2015.07.009, p 353-364, 2015.
- Ratia V., **Rojacz H.,** Terva J., Valtonen K., **Badisch E.,** Kuokkala V.: Effect of multiple impacts on the deformation of wear-resistant steels, *Tribology Letters*, Vol 57:15, ISSN: 1023-8883, DOI: DOI 10.1007/s11249-014-0460-7, 2015.
- Pfusterschmied G., **Kucera M.,** Wistrela E., Manzanque T., Ruiz-Diez V., Sánchez-Rojas J.L., Bittner A., Schmid U.: Temperature dependent performance of piezoelectric MEMS resonators for viscosity and density determination of liquids, *Journal of Micromechanics and Microengng*, Vol 25, ISSN: 0960-1317, DOI: 10.1088/0960-1317/25/10/105014, 105014, 2015.
- Eder S.J., Cihak-Bayr U., Vernes A.,** Betz G.: Evolution of topography and material removal during nanoscale grinding, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol 48 Is 46, DOI: 10.1088/0022-3727/48/46/465308, p 465308, 2015.
- Linz M.,** Walzhofer F., **Krenn S.,** Steiger-Thirsfeld A., Bernardi J., **Winkelmann H., Badisch E.:** Surface crack propagation and morphology in cutting tools, *Industrial Lubrication and Tribology*, Vol. 68, Is1, Emerald Group Publishing Limited, DOI: org/10.1108/ILT-10-2015-0144, p 141-148, 2016.
- Mayrhofer E., Janka L.,** Mayr W., **Norpoth J., Rodriguez Ripoll M.,** Gröschl M.: Cracking resistance of Cr₃C₂-NiCr and WC-Cr₃C₂-Ni thermally sprayed coatings under tensile bending stress, *Surface and Coatings Technology*, Vol. 281, Elsevier B.V., ISSN: 0257-8972, DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.09.002, p 169-175, 2015.
- Widder L., Ristic A.,** Brenner F., **Brenner J.,** Hutter H.: Modified-Atmospheric Pressure-Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization identification of friction modifier additives oleamide and ethoxylated tallow amines on varied metal target materials and tribologically stressed steel Surfaces, *Analytical Chemistry*, Vol 87, ISSN: 0003-2700, DOI: 10.1021/acs.analchem.5b02793, p 11375-11382, 2015.
- Leroch S., Varga M., Eder S.J., Vernes A., Rodriguez Ripoll M.,** Ganzenmüller G.: Smooth particle hydrodynamics simulation of damage induced by a spherical indenter scratching a viscoplastic material, *International Journal of Solids and Structures*, Vol 81, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2015.11.025, p 188-202, 2015.
- Neacsu A., Scheichl B., Vorlaufer G., Eder S.J., Franek F.,** Ramonat L.: Experimental validation of the simulated steady-state behavior of porous journal bearings, *Journal of Tribology*, Vol 138 Is 3, DOI: 10.1115/1.4032659, p 031703, 2016.
- Neacsu A., Scheichl B., Rojacz H., Vorlaufer G., Varga M.,** Schmid H., Heiss J.: Transient thermal-stress analysis of steel slag pots: impact of the solidifying-slag layer on heat transfer and wear, *Steel Research International*, Vol 87 Is 6, Wiley-VCH, DOI: 10.1002/srin.201500203, ISSN: 1869-344X, p 720-732, 2015.
- Berger L.M., Trache R., Toma F.I., Thiele S., **Norpoth J., Janka L.:** Entwicklung wirtschaftlich effizienter Hartmetallbeschichtungslösungen für Hochtemperaturanwendungen, Teil 1, *Thermal Spray Bulletin*, Vol 8, DVS Media GmbH, ISBN: 1866-6248, p 126-136, 2015.
- Pejakovic V.,** Igartua A., Kalin M.: Frictional behaviour of imidazolium sulfate ionic liquid additives under mixed slide to roll conditions: part 2 - influence of concentration and chemical composition of ionic liquid additive, *Lubrication Science*, Vol 27 Is 8, DOI: 10.1002/ls.1292, ISSN: 0954-0075, p 489-503, 2015.
- Rojacz H., Neacsu A., Widder L., Varga M.,** Heiss J.: Thermal effects on wear and material degradation of slag pots operating in steel production, *Wear*, Vol 350-351, Elsevier B.V., ISSN: 0043-1648, DOI: 10.1016/j.wear.2015.12.009, p 35-45, 2015.
- Sharma V., **Dörr N.,** Aswath P.: Chemical-mechanical properties of tribofilms and its relation to ionic liquid chemistry, *RSC Advances*, Vol 6, DOI: 10.1039/C6RA01915C, p 22341-22356, 2016.
- Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M.,** Zehethofer G., Vogl T., **Badisch E.:** Close-to-reality sliding-corrosion test-rig for oilfield application, *BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, Vol. 161, Heidelberg (DE), DOI: 10.1007/s00501-015-0441-7, ISSN: 0005-8912, p 27-32, 2016.
- Totolin V., Gocerler H., Rodriguez Ripoll M., Jech M.:** Tribo-electrochemical study of stainless steel surfaces during chemical-mechanical polishing, *Lubrication Science*, ISSN: 0954-0075, DOI: 10.1002/ls.1336, 2016.
- Tomastik C.,** Lackner J., **Pauschitz A.,** Roy M.: Structural, chemical and nanomechanical investigations of SiC/polymeric a-C:H films deposited by reactive RF unbalanced magnetron sputtering, *Solid State Sciences*, Vol 53, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.solidstatesciences.2015.12.022, p 1-8, 2016.
- Hauptkorn M., **Brenner J., Graf A.:** Chemisch Nickel-Teflon: Verschleißschutz, Reibwertänderung und Korrosionsschutz in Gaskompressoren, *Tribologie & Schmierungstechnik*, 63. Jahrgang 2, expert verlag, ISSN: 0724-3472, p 19-24, 2016.
- Pejakovic V., Tomastik C., Dörr N.,** Kalin M.: Influence of concentration and anion alkyl chain length on tribological properties of imidazolium sulphate ionic liquids as additives to glycerol in steel-steel contact lubrication, *Tribology International*, Vol 97, Elsevier B.V., ISSN: 0301-679X, DOI: 10.1016/j.triboint.2016.01.034, p 867-843, 2016.
- Haiden C., Wopelka T., Jech M.,** Keplinger F., Vellekoop M.: Concurrent particle diffusion and sedimentation measurements using 2D tracking in a vertical sample arrangement, *Applied Physics Letters*, Vol 108, American Institute of Physics, DOI: 10.1063/1.4942974, ISSN: 0003-6951, p 094101, 2016.

Wolloch M., Feldbauer G., Mohn P., Redinger J., Vernes A.: Ab initio calculation of the real contact area on the atomic scale, *Physical Review B*, Vol 91, ISSN: 2469-9969, DOI: 10.1103/PhysRevB.91.195436, p 195436, 2015.

Pfusterschmied G., **Kucera M., Steindl W.,** Manzanque T., Ruiz-Diez V., Bittner A., Schneider M., Sánchez-Rojas J.L., Schmid U.: Roof tile-shaped modes in quasi free-free supported piezoelectric microplate resonators in high viscous fluids, *Sensors and Actuators B: Chemical*, Elsevier B.V., ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/j.snb.2016.02.029, 2016.

Ruiz-Diez V., Donoso A., Bellido J.C., **Kucera M.,** Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Design of piezoelectric microtransducers based on the topology optimization method, *Microsystem Technologies*, Vol 22 Is 7, Springer Berlin Heidelberg, ISSN: 0946-7076, DOI: 10.1007/s00542-016-2828-0, p 1733-1740, 2016.

Toledo J., Manzanque T., Ruiz-Diez V., Jiménez-Márquez F., **Kucera M.,** Pfusterschmied G., Wistrela E., Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Comparison of in-plane and out-of-plane piezoelectric microresonators for real-time monitoring of engine oil contamination with diesel, *Microsystem Technologies*, Vol 22 Is 7, Springer Berlin Heidelberg, ISSN: 0946-7076, DOI: 10.1007/s00542-016-2833-3, p 1781-1790, 2016.

Varga M., Anifa Mohamed Faruck A., Badisch E.: Influence of in-situ formed tribolayer on abrasive wear reduction, *Materials Science Forum*, Vol. 825-826, Trans Tech Publications Inc., DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.825-826.85, p 85-92, 2015.

Jamalieh M., Kokkinis G., **Haiden C.,** Berris T., Keplinger F., Giouroudi I.: Microfluidic platform for pathogen load monitoring, *Microelectronic Engineering*, Vol 158, Elsevier B.V., DOI: 10.1016/j.mee.2016.03.004, ISSN: 0167-9317, p 91-94, 2016.

Ausserer F., Klien S., Velkavrh I., Forêt P., Diem A.: Investigations of the sliding and wear behaviour in various gaseous atmospheres using a SRV testing apparatus, *Tribologie & Schmierungstechnik*, Vol 1 63. Jahrgang, expert verlag, ISSN: 2469-9969, p 22-28, 2016.

Schneidhofer C., Dorfmeister M., Dörr N.: In-line corrosion sensor for oil condition monitoring of biogas operated stationary engines, *T & S*, 63. Jahrgang 3/2016, p 31-37

Konferenzbeiträge mit begutachteter Publikation

Conference papers with reviewed publication

Rojacz H., Birkelbach F., Varga M.: High temperature oxidation studies of binary and ternary iron based alloys at 700°C, *Materials Characterization*, Vol 90, DOI: 10.2495/MC150341, ISSN: 1743-3533, online ISSN: 1743-3533, p 379-389, 2015.

Rojacz H., Varga M.: The role of temperature and velocity on deformation and wear mechanisms in fundamental abrasive contacts up to 800°C, *Materials Characterization*, Vol 90, DOI: 10.2495/MC150061, ISSN: 1044-5803, p 59-70, 2015.

Varga M., Anifa Mohamed Faruck A., Adam K., **Badisch E.:** Influence of load and temperature on abrasion of carbidic cast steel and complex alloyed hardfacing, *Key Engineering Materials*, Vol. 674, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.674.313, p 313-318, 2016.

Katsich C., Polak R.: Effect of substrate heat treatment on wear behaviour of Fe-and Ni-based hardfacings, *Key Engineering Materials*, Vol 674, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.674.319, p 319-324, 2015.

Badisch E., Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M., Diem A., Kunze W., Glück J., Lingenhölle K., Orth P.: Influence of nitrocarburizing process parameters on the development of surface roughness and layer formation, *Key Engineering Materials*, Vol. 674, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.674.325, p 325-330, 2015.

Katsich C., Kirchgassner M., **Badisch E.:** Influence of wear performance of PTA processed high speed steel hardfacing by solidification kinetics, *Key Engineering Materials*, Vol. 674, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.674.225, p 225-232, 2015.

Velkavrh I., **Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M.,** Kunze W., Glück J., Lingenhölle K., Orth P., Diem A., **Badisch E.:** Damage mechanisms of plasma, gas and salt bath nitrocarburized steel in lab-scale sliding test, *Key Engineering Materials*, Vol 674, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.674.152, p 152-158, 2015.

Pfusterschmied G., **Kucera M.,** Wistrela E., **Steindl W.,** Ruiz-Diez V., Bittner A., Sánchez-Rojas J.L., Schmid U.: Piezoelectric response optimization of multi roof tile-shaped modes in MEMS resonators by variation of the support boundary conditions, *IEEE Xplore Digital Library*, DOI: 10.1109/TRANSDUCERS.2015.7181086, 2015.

Toledo J., Manzanque T., Ruiz-Diez V., **Kucera M.,** Pfusterschmied G., Wistrela E., **Steindl W.,** Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Piezoelectric MEMS resonators for density and viscosity sensing in engine oil with diesel fuel, *IEEE Xplore Digital Library*, DOI: 10.1109/TRANSDUCERS.2015.7180954, 2015.

Konferenzbeiträge

Conference papers

- Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M.,** Zehethofer G., Vogl T., **Badisch E.:** Impact of corrosion on sliding wear properties of low-alloyed steel, delegate program booklet, Wear of Materials 2015, Elsevier, Toronto (CA), P2.26, 2015.
- Katsich C.,** Lugbauer M., Kirchgassner M., **Badisch E.:** Wear properties of FeVCrC hardfacing influenced by solidification kinetics, delegate program booklet, Wear of Materials 2015, Elsevier, Toronto (CA), P2.54, 2015.
- Linz M., Cihak-Bayr U., Trausmuth A.,** Scheriau S., Künstner D., **Badisch E.:** Subsurface modification and damage of lab-scale modelled rolling contact on rails, program booklet, Wear of Materials 2015, Elsevier, Toronto (CA), P2.56, 2015.
- Varga M., Rojacz H., Badisch E.:** Influence of speed on the scratch behaviour of metallic materials at high temperature, delegate program booklet, Wear of Materials 2015, Elsevier, Toronto (CA), P2.24, 2015.
- Torres H., Varga M.,** Adam K., Viskovic O., **Rodriguez Ripoll M.:** High temperature sliding wear resistance of different steels used for components in hot rolling, delegate program booklet, Wear of Materials 2015, Elsevier, Toronto (CA), P2.25, 2015.
- Varga M., Anifa Mohamed Faruck A., Badisch E.:** Influence of in-situ formed tribolayer on abrasive wear reduction, Proc, Vol 825-826, Part 1, 20. Symp. Verbundstoffe, Wien (AT), DOI: 10.4028-www.scientific.net-MSF,825-826,85, p 85-92, 2015.
- Schrenk M., Krenn S., Rodriguez Ripoll M., Nevosad A., Paar S., Grundtner R., Rohm G., Franek F.:** Impact of process parameters on tool damage during hot stamping, 3rd Workshop on High Temperature Tribology, Lulea (SE), 2016.
- Rojacz H., Birkelbach F., Varga M.:** High temperature oxidation studies of binary and ternary iron based alloys at 700°C, Materials Characterisation 2015, Valencia (EE), 2015.
- Rojacz H., Varga M.:** The role of temperature and velocity on deformation- and wear mechanisms in fundamental abrasive contact up to 800°C, Materials Characterisation 2015, Valencia (EE), 2015.
- Haiden C., Wopelka T., Jech M.,** Keplinger F., Vellekoop M.: Dark field particle tracking with enhanced sizing precision by confining particles, Proc, AMA Conferences 2015 - SENSOR 2015 and IRS2 2015, AMA Service GmbH, Nürnberg (DE), ISBN: 978-3-9813484-8-4, DOI: 10.5162/sensor2015/C1.2, p 346-351, 2015.
- Jakab B., Franek F., Bianchi D., Guerrieri Paleotti F.S.:** Tribotechnische Zustandsanalyse im System Schaber/Walze, Zukunft Forum Papier, Kurzfassung der Vorträge, Papierfachtagung 2015, Graz (AT), p 27, 2015.
- Frauscher M., Besser C., Dörr N.,** Allmaier G.: Identification of oxidative degradation products of esters by joint use of mass spectrometry and isotope labelling, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 59, 2015.
- Molnar W., Varga M.,** Adam K., Reeke D., **Badisch E.:** The tribological performance of scrapers in cleaning operation of conveyor belts, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 23, 2015.
- Reicher H., Bader D., Rester M., Jech M.:** Surface modification of AISI 304 by atmospheric pressure - low energy air plasma, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 44, 2015.
- Wopelka T.,** Knaus O., **Lenauer C., Jech M.:** Characterisation of wear behaviour of bearing bush material for different lubrication conditions, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 75, 2015.
- Linz M., Rodriguez Ripoll M.,** Gachot C., Pauly C., Mücklich F.: Near-surface plastic deformation in a two phase ferritic-pearlitic steel during sliding contact, Tagungsband, Gefüge und Bruch 2015, Leoben (AT), p 313, 2015.
- Dörr N., Dorfmeister M., Schneidhofer C.:** Monitoring of oil acidification with an oil sensor system equipped with the corrosion sensor, book of abstracts, CD, STLE – Soc. of Tribologists and Lubrication Eng. 2015, Dallas (US), p 30-31, 2015.
- Dörr N., Frauscher M., Besser C.:** Degradation mechanisms of esters by joint use of mass spectroscopy and isotope labelling, book of abstracts, CD, STLE - Society of Tribologists and Lubrication Engineers 2015, Dallas (US), p 145, 2015.
- Aswath P., Pranesh B., Sharma V., **Gabler C., Dörr N.,** Erdemi A.: Synergistic interaction between boron additives and ionic liquids to improve anti-wear performance in base oil: Part I, book of abstracts, CD, STLE - Society of Tribologists and Lubrication Engineers 2015, Dallas (US), p 46, 2015.
- Sharma V., **Gabler C., Dörr N.,** Erdemi A., Aswath P., Pranesh B.: Binary additive mixtures of phosphonium ionic liquid with soluble boron additives as high performance antiwear additives, book of abstracts, CD, STLE - Society of Tribologists and Lubrication Engineers 2015, Dallas (US), p 159, 2015.
- Sequard-Base J.,** Haas R., **Tomastik C., Vernes A., Franek F.:** Quantification of barrel friction in small arms, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 74, 2015.
- Torres H., Varga M., Anifa Mohamed Faruck A., Badisch E.:** Influence of in-situ formed tribolayers on abrasive wear behaviour, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 42, 2015.
- Wolloch M., Feldbauer G.,** Mohn P., Redinger J., **Vernes A.:** Ab-Initio estimation of the real contact area, 2nd COST Workshop: Understanding and Controlling Nano and Mesoscale Friction, Istanbul (TR), 2015.
- Feldbauer G., Wolloch M.:** Recent advances in ab initio nanotribology, ViCoM – Workshop des Spezialforschungsbereiches Vienna Computational Materials Laboratory, Stadtschlaining (AT), 2015.
- Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M.,** Zehethofer G., Vogl T., **Badisch E.:** Close-to-reality sliding-corrosion test-rig for oilfield application, Proc-CD, European Corrosion Congress 2015, Graz (AT), paper 722, 2015.
- Zehethofer G., **Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M.,** Vogl T., **Badisch E.,** Havlik W.: Influence of microstructure on sliding/corrosion wear phenomena of low alloyed carbon steel tubings, Proc-CD, European Corrosion Congress 2015, Graz (AT), paper 723, 2015.
- Totolin V., Pejakovic V.,** Csanyi T., Hekele O., Huber M., **Rodriguez Ripoll M.:** Tribocorrosion performance of surface engineered titanium surfaces, Proc-CD, European Corrosion Congress 2015, Graz (AT), paper 786, 2015.

- Totolin V., Gocerler H., Reicher H., Jech M.:** Tribocorrosion of stainless steel in nitric acid solutions for surface polishing applications, Proc-CD, European Corrosion Congress 2015, Graz (AT), paper 519, 2015.
- Norpoth J.:** Wear properties of chromium carbide based HVOF and HVAF coatings up to 800 °C, 3rd International Seminar on Advances in Surface Engineering - ASE3, Tampere (FI), 2015.
- Ditroi F., Takacs S., **Wopelka T., Jech M.:** Investigation of wear process by using radioactive tracers, delegate program booklet, Wear of Materials 2015, Elsevier, Toronto (CA), p 1.45, 2015.
- Pejakovic V., Totolin V., Gocerler H., Brenner J., Rodriguez Ripoll M.:** Friction and wear behaviour of nitride coatings in Na₂SO₄ aqueous solution under low contact pressure, Proc-CD, Europ. Corrosion Cong. 2015, Graz (AT), paper 538, 2015.
- Pejakovic V., Totolin V., Rodriguez Ripoll M.:** Passivation - repassivation phenomena of titanium alloy Ti6Al4V during sliding at small contact loads, Proc-CD, European Corrosion Congress 2015, Graz (AT), paper 539, 2015.
- Katsich C.:** Schmelzmetallurgie bei Laser- und PTA-Schichten, Fachtag Thermisch Spritzen - 2015, Wels (AT), 2015.
- Cihak-Bayr U., Jisa R., Franek F.:** Tribological behaviour of MIM produced copper alloys, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 29, 2015.
- Eder S.J., Cihak-Bayr U., Pauschitz A.:** Grinding and polishing on the nanometric scale using hard abrasives - an atomistic numerical study, book of abstracts, European Conference on Tribology 2015, Lugano (CH), No 80, 2015.
- Eder S.J., Betz G., Vernes A.:** Kinetic friction in lubricated nanotribological systems, Advances in Lubrication V: Lubricated Contact, Cadiz (ES), 2015.
- Eder S.J., Cihak-Bayr U., Bianchi D.:** Single-asperity contributions to multi-asperity wear simulated with molecular dynamics, abstract booklet, MPPE – Internat. Conf. on Materials, Processing and Product Engineering, Leoben (AT), p 28, 2015.
- Bianchi D., Mayrhofer E., Betz G., Vernes A.:** Inspection of tribocontacts by means of multi-bandwidth analysis of acoustic emission signals, abstract booklet, MPPE - International Conference on Materials, Processing and Product Engineering, Leoben (AT), p 22, 2015.
- Berriozábal E., Igartua A., Pagano F., Cambra J.F., Minami I., **Dörr N., Gabler C.:** Mechanism of tribo-chemical reactions of ionic liquids on titanium alloys, Proc, Iberian Conference on Tribology 2015, Cartagena (ES), 2015.
- Janka L., Norpoth J., Rodriguez Ripoll M., Katsich C., Trache R., Toma F.I., Thiele S., Berger L.M.:** Abrasionsverschleiß von Chromcarbidgebundenen, HVOF- und HVAF gespritzten Hartmetallschichten bis 800°C, Tagungsband, Tribologie-Fachtagung 2015, Göttingen (DE), 31/1-10, 2015.
- Cihak-Bayr U., Bianchi D., Laumann S., Franek F.:** Charakterisierung der Reibung und Verschleißpartikelentstehung in Gleitsystemen, u. a. durch Analyse akustischer Emission, Tagungsband, Tribologie-Fachtagung, Göttingen (DE), 85/1, 2015.
- Totolin V., Rodriguez Ripoll M., Jech M., Podgornik B.:** Enhanced tribological performance of tungsten carbide functionalized surfaces via in-situ formation of low-friction tribofilms, book of abstracts, CD, STLE - Society of Tribologists and Lubrication Engineers 2015, Dallas (US), p 44, 2015.
- Totolin V., Gocerler H., Reicher H., Bader D., Jech M.:** Tribocorrosion study of stainless steel in acid solutions for surface polishing applications, book of abstracts, CD, STLE – Soc. of Tribologists and Lubrication Eng., Dallas (US), p 152, 2015.
- Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M., Zehethofer G., Vogl T., Badisch E.:** Impact of CO₂ corrosion on sliding wear properties of low-alloyed steel, book of abstracts, CD, STLE – Soc. of Tribologists and Lubrication Eng. 2015, Dallas (US), p 82, 2015.
- Tomala A., Rodriguez Ripoll M., Vengudusamy B., Naveira Suarez A.:** Interaction between selected MoS₂ nanoparticles and ZDDP tribofilms - Synergistic or antagonistic?, book of abstracts, CD, STLE - Society of Tribologists and Lubrication Engineers 2015, Dallas (US), p 102, 2015.
- Badisch E.:** Tribological relevance of nitriding: Materials / processing / properties - relationship, Baltmattrib 2015 - 24th International Baltic Conference of Engineering Materials & Tribology, Tallinn (EE), 2015.
- Varga M., Anifa Mohamed Faruck A., Adam K., Badisch E.:** Influence of load and temperature on abrasion of carbide cast steel and complex alloyed hardfacing, Baltmattrib 2015 - 24th International Baltic Conference of Engineering Materials & Tribology, Tallinn (EE), 2015.
- Katsich C., Kirchgassner M., Badisch E.:** Influence of wear performance of PTA processed high speed steel hardfacing by solidification kinetics, Baltmattrib 2015 - 24th Int. Baltic Conference of Engineering Materials & Tribology, Tallinn (EE), 2015.
- Katsich C., Polak R.:** Effect of substrate heat treatment on wear behavior of Fe- and Ni-based hardfacings, Baltmattrib 2015, 24th International Baltic Conference of Engineering Materials & Tribology, Tallinn (EE), 2015.
- Bernardi J., Steiger-Thirsfeld A., **Linz M., Rodriguez Ripoll M.:** Kombinierte TEM und SEM Analyse von Triboschichten, Festkörperanalytiktagung Wien 2015, Institut für analytische Chemie, Wien (AT), 2015.
- Igartua A., Berriozábal E., Zabala B., Pagano F., Minami I., **Dörr N., Gabler C., Nevshupa R., Roman E., Pleth Nielsen L., Loring S., Muntada L.:** Lubricity and tribochemical reactivity of advanced materials under high vacuum, Proc, 15th European Space Mechanisms & Tribology Symposium 2013, Bilbao (ES), 2015.
- Weis M.:** Einfluss von Öffnungsgeschwindigkeit und Kontakttemperatur auf die Lichtbogenlöschlänge bei 48 - 60 V DC, VDE-Fachbericht, Vol. 71, 23. Albert-Keil-Kontaktseminar - AKK 2015, VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, Karlsruhe (DE), ISBN: 978-3-8007-4092-5, ISSN: 0340-4161, p 160-165, 2015.
- Salopek S., Lenauer C., Wopelka T., Jech M.:** Wear and tribofilm analysis for the piston ring-cylinder liner tribosystem lubricated by artificially aged engine oil, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 89, 2016.

- Lenauer C., Knaus O., Wopelka T., Jech M., Franek F.:** Experimental investigation of bearing bush wear and friction at distinct points on the Stribeck curve, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 61-64, 2015.
- Schandl M., Grafl A., Adam K., Pertl B.:** Performance of greases under elevated temperature conditions, CD, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), 2016.
- Besser C., Steinschütz K., Dörr N., Novotny-Farkas F., Allmaier G.:** Influence of engine oil degradation on corrosion and wear in gasoline fuelled engines with special consideration of acetic acid, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 34, 2016.
- Frauscher M., Besser C., Dörr N., Allmaier G.:** Oxidative degradation products of fuel components identified by mass spectrometry and isotope labelling, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 187, 2016.
- Rodriguez Ripoll M., Totolin V.:** In-situ generation of low friction tribofilms using functionalized surfaces and green additives, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Techn. Akad. Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 173, 2016.
- Leroch S., Eder S.J., Vernes A.:** Smooth particle simulation of scratch tests, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österr. Tribologische Gesell., Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 57-60, 2015.
- Tomala A., Rodriguez Ripoll M., Remskar M.:** Interactions between MoS₂ nanotubes and ZDDP tribofilms, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 31-33, 2015.
- Badisch E., Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M., Zehethofer G., Vogl T.:** Lubricity by corrosion products under sliding in CO₂ atmosphere, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p182, 2016.
- Vorlaufer G., Vernes A., Franek F.:** Studies of tribological contacts via advanced computational methods, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 162, 2016.
- Pauschitz A., Jesacher L., Franek F.:** Evaluation of porous friction plates for wet friction applications by permeability measurement, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 199, 2016.
- Dörr N., Frauscher M., Gabler C., Aswath P.:** Long-term behaviour of oils containing ionic liquid additives, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 9, 2016.
- Pfusterschmied G., **Kucera M., Wistrela E., Steindl W., Ruiz-Diez V., Bittner A., Sánchez-Rojas J.L., Schmid U.:** Piezoelectric response optimization of multi roof tile-shaped modes in MEMS resonators by variation of the support boundary conditions, Proc, Transducers 2015, Anchorage (US), p 969-972, 2015.
- Toledo J., Manzanque T., Ruiz-Diez V., **Kucera M.,** Pfusterschmied G., Wistrela E., **Steindl W.,** Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Piezoelectric MEMS resonators for density and viscosity sensing in engine oil with diesel fuel, Proc, Transducers 2015, Anchorage (US), p 436-439, 2015.
- Ruiz-Diez V., Donoso A., Bellido J.C., **Kucera M.,** Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Optimal design of piezoelectric microtransducers for static response, Proc, Vol 9517, International society for optics and photonics, Barcelona (ES), DOI: 10.1117/12.2180573, 95171Y, 2015.
- Toledo J., Manzanque T., Ruiz-Diez V., **Kucera M.,** Pfusterschmied G., Wistrela E., Schmid U., Sánchez-Rojas J.L.: Out-of-plane piezoelectric microresonator and oscillator circuit for monitoring engine oil contamination with diesel, Proc, Vol 9517, International society for optics and photonics, Barcelona (ES), DOI: 10.1117/12.2179251, 95170C, 2015.
- Krabac L., Pejakovic V., Brenner J., Drinek V., Dörr N.:** Tribological performance of nanostructured Germanium coatings deposited by LPCVD on steel substrates, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 59-60, 2015.
- Totolin V., Rodriguez Ripoll M., Jech M., Podgornik B.:** In-situ generation of WS₂ low friction tribofilms, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 47-49, 2015.
- Bedolla P.O., Eder S.J.:** Multiscale corrosion inhibitor modelling using density-functional theory and molecular dynamics, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 53-56, 2015.
- Molnar W., Varga M., Adam K., Badisch E.:** Anbackungsverminderung beim Förderguttransport in der Stahlindustrie, book of abstracts, ÖTG Symposium 2015, Österr. Tribolog. Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-51-1, p 49, 2015.
- Pejakovic V., Jech M.:** Effect of the contact geometry on abrasion resistance of thermal spray coated samples, book of abstracts, ÖTG Symposium 2015, Österr. Tribolog. Gesell., Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-51-1, p 127-132, 2015.
- Schandl M., Grafl A., Adam K.:** Selection processes for bearing greases exposed to high temperatures, book of abstracts, ÖTG Symposium 2015, Österr. Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-51-1, p 109-116, 2015.
- Norpoth J.:** Entwicklung wirtschaftlich effizienter Hartmetallbeschichtungslösungen für Hochtemperaturanwendungen, DVS Tagung, Düsseldorf (DE), 2015.
- Rodriguez Ripoll M., Totolin V., Gabler C.:** Generation of low friction tribofilms using functionalized surfaces and green additives, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, ISBN: 978-3-901657-52-8, p 43-46, 2015.

- Vernes A.:** Ab-initio tribology, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, ISBN: 978-3-901657-52-8, p 17-18, 2015.
- Brenner J., Dörr N.:** Bridging macro and nano by advanced surface analytical methods, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österr. Tribologische Gesellschaft, ISBN: 978-3-901657-52-8, p 37-38, 2015.
- Pagano F., Igartua A., Minami I., **Dörr N., Gabler C., Valea A.:** Triboreactivity of halogen-free ionic liquids in contact with a steel and titanium surface, book of abstracts, 6th Vienna International Conference Nano-Technology 15, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-52-8, p 39-41, 2015.
- Orth P., Lingenhöle K., Diem A., Velkavrh I., **Trausmuth A., Rodriguez Ripoll M., Badisch E.:** Einfluss des Aufbaus von Nitrierschichten für ausgewählte tribologische Anwendungen, book of abstracts, ÖTG Symposium 2015, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-51-1, p 33-42, 2015.
- Berger L.M., **Norpoth J., Trache R., Janka L., Toma F.I., Thiele S.:** Die Wirkung von WC-Zusätzen auf die tribologischen Eigenschaften von thermisch gespritzten Cr₃C₂-NiCr-Hartmetallschichten, book of abstracts, ÖTG Symposium 2015, Österreichische Tribologische Gesellschaft, Wr. Neustadt (AT), ISBN: 978-3-901657-51-1, p 43-48, 2015.
- Dörr N., Grafl A., Adler M., Schneidhofer C.:** Lubrication of infrastructure for gas manipulation, CD, Lubricants Week (Russia) 2015, Moscow (RU), 2015.
- Tomala A., Rodriguez Ripoll M., Remskar M.:** Synergistic effects between MoS₂ nanotubes and ZDDP tribofilms, CD, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 185, 2016.
- Feldbauer G., Wolloch M., Mohn P., Redinger J., Vernes A.:** Adhesion and material transfer between contacting Al and TiN surfaces from first principles, Poster, abstract, PSik-2015-Conference "Ab initio calculations of processes in materials", San Sebastian (ES), p 808, 2015.
- Wolloch M., Feldbauer G., Mohn P., Redinger J., Vernes A.:** Ab-initio calculation of the real contact area on the atomic scale, Poster, abstracts, PSik-2015-Conference "Ab initio calculations of processes in materials", San Sebastian (ES), p 821, 2015.
- Sharma V., **Dörr N., Erdemir A., Aswath P.:** Interaction between boron additives and ionic liquids in engine oil, book of abstracts, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), p 79, 2016.
- Repka M., **Gabler C., Brenner J., Dörr N., McAleese C., Ishigo O.:** Lubricant-surface interactions of polymer coated engine bearings, CD, 20th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen (TAE), Ostfildern (DE), 2016.
- Vernes A., Vorlaufer G., Franek F.:** Structural superlubricity of some graphite allotropes, Handout, Carb Trib (Netzwerk-Meeting), Cardiff (GB), 2016.
- Igartua A., Berriozábal E., Zabala B., Pagano F., Minami I., **Dörr N., Gabler C., Nevshupa R., Roman E., Pleth Nielsen L., Louring S., Muntada L.:** Lubricity and tribochemical reactivity of advanced materials under high vacuum, 15th European Space Mechanisms & Tribology Symposium 2013, Proc

Öffentlichkeitsarbeit

Public awareness

- Dörr N.:** Research for the Industry: AC2T - Competence Center for Tribology, Presentation, ABA Novosibirsk, Novosibirsk (RU), 2015.
- Dörr N.:** R&D activities of AC2T in the field of lubrication and tribology nano-scale characterisation, Presentation, UTA-Arlington - University of Texas at Arlington, Arlington (US), 2015.
- Aigner F.: Wenn es sich reibt, sind die Atome schuld, Homepage TU Wien, 2015.
- Eder S.J.:** Wie Reibungskräfte auf atomarer Ebene wirken, derStandard.at, online, 2015.
- Eder S.J.:** Tribologie: Wenn es sich reibt, sind die Atome schuld, Materialsgate - online, Multi Science Publishing, 2015.
- N.N.: Forscher mit Weltruhm, NÖN Wiener Neustadt, Woche 29/2015, Wiener Neustadt (AT), 2015.
- Badelt Ch.: AC2T: Die Forschungsformel für Tribologie mit internationalem Ruf, Kurier Extra – Kompetenzzentrum, 27.08.2015, Wien (AT), p 4-5, 2015.
- Badelt Ch.: Verschleißtätigkeit: Atom für Atom, Kurier Extra - Kompetenzzentren, 27.08.2015, Wien (AT), p 22, 2015.
- N.N.: "Science day" – Wissenschaft zum Angreifen, WN 24 – Wiener Neustadt aktuell, online, Science day – Fa. Quantensprung, 2015.
- Aigner F.: Auszeichnung für TU-Mikrosensor, Homepage TU Wien, 2016.
- N.N.: Aktuelle Projekte: "Forschung findet Stadt", Wiener Neustädter Nachrichten, 01/2016, Berger & Söhne GmbH, Wiener Neustadt (AT), ISBN: 0003-2255, 9, 2016.
- HBLVA Rosensteingasse: Firmenportrait: AC2T research GmbH, Folder – Karrieretag HBLVA Rosensteingasse, HBLVA für chemische Industrie, Wien (AT), p 6, 2016.
- Franek F., Pauschitz A., Badisch E.:** Interviews bei 50 Jahre Tribologie Event – VIP-Tribo-Treff, Programm-Folder, VIP-Tribo-Treff – 50 Jahre "Tribologie", Wiener Neustadt (AT), 2016.

Dissertationen (abgeschlossen)**PhD theses (finalised)**

Besser C.: Impact of bio-ethanol as oxygenated fuel component in gasoline on the engine oil performance, Dissertation, Wien (AT), 2015.

Feldbauer G.: First-principles simulations of tribologically relevant nanoscopic interfaces, Dissertation, Wien (AT), 2015.

Habersohn C.: Analytische und simulative Betrachtung eines Oberflächenhämmerprozesses, Dissertation, Wien (AT), 2015.

Ratia V.: Behavior of martensitic wear resistant steels in abrasion and impact wear testing conditions, Dissertation, Tampere (FI), ISSN: 1459-2045 ; 1342, ISBN: 978-952-15-3627-4., 2015.

Weeks I.: An experimental investigation into the mixed lubrication of steel surfaces, Dissertation, Cardiff (GB), 2015.

Varga M.: Hochtemperatur-Abrasion in Sinteranlagen und deren wirtschaftlicher Verschleißschutz, Dissertation, Lehrstuhl für allgemeinen Maschinenbau, Leoben (AT), 2016.

Hernandez S.: Friction and wear phenomena in steels at elevated temperatures, Dissertation, Lulea (SE), 2016.

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

Katsich C.: Influence of microstructure properties and processing of advanced MMC coatings on wear behaviour, Dissertation, Leoben (AT), 2016.

Pejakovic V.: Effect of ionic liquids on the boundary lubrication of steel surfaces, Dissertation, Faculty of Mechanical Engineering, Ljubljana (SI), 2016.

Pagano F.: Potential use of ionic liquids in tribology, Dissertation, Bilbao (ES), 2016.

Katona L.: Nano-scale depth profiling in tribology, Dissertation, Wien (AT), 2016.

Neacsu A.: Advanced description of the micro-flow in tribo-systems involving porous media, Dissertation, Technische Universität Wien, Wien (AT), 2016.

Linz M.: Near surface damaging effects of tribocontacts – holistic understanding based on intelligent combination and merging high resolution analytical techniques, Dissertation, Saarbrücken (DE), 2016.

Lenauer C.: Running-In Wear, Dissertation, Wien (AT), 2016.

Savencu O.: Mechanics of adhesive contact in applications to nanotribological systems: biomimetic solutions, Dissertation, Cardiff (GB), 2016.

Salopek S.: Real time wear measurement at tribofilm covered surfaces, Dissertation, Leeds (GB), 2016.

Frauscher M.: Kapillar-GC-El/CI-MS und -Niederenergie-MS/MS von Basisölen und Additiven in Schmierstoffen

Haas M.: Akustische Emission zur Verschleißcharakterisierung

Haiden C.: Characterisation of wear particles in the sub-micrometer range in lubricants and related sensor/chip fabrication

Janka L.: High temperature wear of thermal sprayed cermet coatings

Kantor W.: Kratzerdedektion im Dunkelfeld

Kohlhauser B.: Dünnschichten

Krabac L.: CVD assisted preparation of nanostructured materials

Kronberger M.: Corrosion behaviour in tribocontacts of metal pairings lubricated by ionic liquids

Lüchinger M.: Process-optimized manufacturing of tailored drawn tubes

Miranda Medina M.L.: Spectroscopic ellipsometry on highly polished surface

Mozhayskaya E.: Degradation of mechanisms of lubricants

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

Torres H.: High temperature applications

Widder L.: Oberflächenanalyse von Schmierstoffadditiven auf tribologisch belasteten Systemen

Diplom-/Masterarbeiten (abgeschlossen)

Diploma/Master theses (finalised)

Steindl W.: Piezoelektrische MEMS Sensoren zur Dichte- und Viskositätsbestimmung von Fluiden, Diplomarbeit, Wien (AT), 2015.

Marques-Walter A.: Performance of antiwear additives under various tribological conditions, Master Thesis, Santo André (BR), 2015.

Stenzky D.: Discussion of scratch tests on steel alloys at high temperature, Master Thesis, Wirtschaftsingenieur, Wiener Neustadt (AT), 2015.

Prikoszovich S.: Konzeptionierung von Online-tauglichen Messmethoden zur Überwachung von prozessrelevanten Parametern bei Kühlschmierstoffen, Masterarbeit – Fachhochschul-Masterstudiengang Mechatronik, Wiener Neustadt (AT), 2015.

Diplom-/Masterarbeiten (in Arbeit)

Diploma/Master theses (in progress)

Trausmuth A.: Verhalten von Kohlenstoffstählen unter Gleitkorrosion, Diplomarbeit, Leoben (AT), 2016.

Vyavjhare: tentative title: Wear protection with ionic liquid containing greases, Master Thesis, Arlington (US), 2016.

Friesenecker P.: Verschleißschutz einer Wirbelhaube, Master Thesis, Fachhochschule Oberösterreich, Wels (AT), 2017.

Prakash K.V.: tentative title: Wear protection with ionic liquid containing greases

Seidl A.M.: Arbeitstitel: NMR Analyse von Emulsionen

Schutzmarken

Trade marks

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

„FAC²TS“-Registrierungsbestätigung, Rg.-Nr. 242366, AM 7114/2007, Österreichisches Patentamt, Wien (A), 10.12.2007, 2007.

„European Center of Tribology“-Registrierungsbestätigung, Rg.-Nr. 246505, AM 4573/2008, Österreichisches Patentamt, Wien (A), 21.08.2008, 2008.

„European Center of Tribology“-WIPO-Registrierungsbestätigung, IRN 991680, World Intellectual Property Organization, Genf (CH), 21.08.2008, 2008.

Patente

Patents

Haiden C., Vellekoop M., Wopelka T., Jech M.: Vorrichtung zur Fraktionierung von in einer Flüssigkeit enthaltenen Partikeln, Patentanmeldung, PCT/EP2014/071066, Wien (AT), Anmelden: WO 2015/049301, 2015.

Haiden C., Wopelka T., Jech M., Vellekoop M.: Partikeldetektion mittels Lichtstreuung und Mikrofluidik, Patent, AT 515.416 B1; AT 515.416 B1, Wien (AT), Anmelden: A 50221/2014, Patentnr: AT 515.416 B1, 2015.

Haiden C., Vellekoop M., Wopelka T., Jech M.: Vorrichtung zur Fraktionierung von in einer Flüssigkeit enthaltenen Partikeln, Patent, AT 514.855 B1; AT 514.855 B1, Wien (AT), Anmelden: A50641/2013, Patentnr: AT 514.855 B1, 2015.

Cihak-Bayr U., Jisa R., Laumann S., Eberle R., Hofmann P., Weber K.: Pulvermetallurgisch hergestellte Cu-Legierungs-Stahl-Verbundwerkstoffe, Patentanmeldung, Aktenzeichen: 10 2014 013 478.4, Ulm (DE), 2016.

Patentanmeldungen

Patent applications

Katona L., Vernes A., Vorlaufer G.: Kommutator für einen bürstenkommutierten Elektromotor mit verlängertem Kommutierungsintervall, Patentanmeldung, 102015209724.2, München (DE), Anmelden: 102015209724.2, 2015.

Katona L.: Electrical machine with brush and commutator having a specific distribution of electrical conductivity for suppression of sparking, Patentanmeldung, PCT/EP2015/062271, München (DE), Anmelden: PCT/EP2015/062271, 2015.

Norpoth J., Janka L.: Verfahren zur Erhöhung der Bruchzähigkeit einer thermisch gespritzten Hartmetallschicht, Patentanmeldung Aktenzeichen A51-2016, Wien (AT), Anmelden: A51-2016, 2016.

Franek F., Pauschitz A., Jisa R.: Vorrichtung zur Charakterisierung von Reibung, Patentanmeldung, A124-2016, Anmelden: A124-2016, 2016.

Haiden C., Vellekoop M., Wopelka T., Jech M.: Vorrichtung zur Fraktionierung von in einer Flüssigkeit enthaltenen Partikel, Patentanmeldung, 112014004564.0 (WO 2015/049301), München (DE), Anmelden: 112014004564.0, 2016.

Finanzbericht

Financial Report

Bilanz (01.04.2015 - 31.03.2016)
Balance Sheet

	31.03.2016		31.03.2015	
	in Euro		in 1000 Euro	
A K T I V A / A S S E T S				
A. ANLAGEVERMÖGEN / FIXED ASSETS	1.760.797,83		1.488,90	
I. Immaterielle Vermögensgegenstände / <i>Intangible assets</i>				
1. Datenverarbeitungsprogramme / <i>Software</i>		15.029,43		9,60
II. Sachanlagen / <i>Tangible assets</i>				
1. Technische Anlagen und Maschinen / <i>Technical equipment and machinery</i>	1.314.578,63		1.137,31	
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung / <i>Other assets, tools and equipment</i>	251.105,97		133,99	
3. Geleistete Anzahlungen - Anlagen in Bau / <i>Down payments made, assets under construction</i>	51.290,25	16.16.974,85	121,77	1.393,07
III. Finanzanlagen / <i>Financial assets</i>				
1. Anteile an verbundenen Unternehmen / <i>Shares in affiliated companies</i>		74.850,00		38,93
2. Wertpapier des Anlagevermögens / <i>Securities of assets</i>		53.943,55		47,30
B. UMLAUFVERMÖGEN / CURRENT ASSETS	2.262.947,92		3.703,26	
I. Vorräte / <i>Inventories</i>				
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe / <i>Operating supplies</i>		618.187,22		58,84
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen / <i>Services and products not yet chargeable</i>		54.978,24		1,14
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände / <i>Receivables and other assets</i>				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade receivables</i>	553.656,99		447,20	
2. Sonstige Forderungen / <i>Other receivables</i>	1.592.111,43	2.145.768,42	3.089,06	3.536,26
III. Wertpapiere und Anteile / <i>Bonds and shares</i>				
1. Sonstige Wertpapiere und Anteile / <i>Other bonds and shares</i>		0,00		0,00
IV. Kassenbestand und Guthaben bei Kreditinstituten / <i>Cash on hand, cash in bank</i>		382,54		107,02
C. AKTIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED CHARGES AND PREPAID EXPENSES	19.363,72		28,58	
Summe AKTIVA / Total ASSETS	4.043.109,47		5.220,74	
P A S S I V A / L I A B I L I T I E S				
A. EIGENKAPITAL / CAPITAL AND RESERVES	1.917.038,56		1.550,60	
I. Nennkapital / <i>Nominal capital</i>				
1. Stammeinlage / <i>Share capital</i>		100.000,00		100,00
II. Bilanzgewinn / <i>Net profit</i>		1817.038,56		1450,60
1. Gewinnvortrag / <i>Profit carried forward</i>	1450.597,72		1442,80	
2. Jahresgewinn / <i>Profit</i>	366.440,84		7,80	
B. INVESTITIONSZUSCHÜSSE AUS ÖFFENTLICHEN MITTELN / INVESTMENT SUBSIDIES FROM PUBLIC AUTHORITIES	0,00		469,34	
C. RÜCKSTELLUNGEN / RESERVES	408.743,07		548,72	
1. Pensionsrückstellungen / <i>Reserves for pension</i>		28.264,93		23,74
2. Sonstige Rückstellungen / <i>Other reserves</i>		380.478,14		524,98
D. VERBINDLICHKEITEN / LIABILITIES	2.091.013,95		3.208,56	
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten / <i>Liabilities to banks</i>		338.803,30		1405,69
2. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen / <i>Advanced payment received on orders</i>		8.691,91		815,90
3. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen / <i>Trade accounts payable</i>		759.479,86		687,81
4. Sonstige Verbindlichkeiten / <i>Other liabilities</i>		492.019,44		149,58
a) aus Steuern / <i>for taxes</i>		9.001,48		10,18
b) im Rahmen der sozialen Sicherheit / <i>for social security</i>		119.745,73		134,48
c) Übrige Verbindlichkeiten / <i>add. liabilities</i>		363.272,23		4,92
E. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN / DEFERRED LIABILITIES	118.333,33		62,44	
Summe PASSIVA / Total LIABILITIES	4.043.109,47		5.220,74	

Gewinn- und Verlustrechnung (01.04.2015 - 31.03.2016)
Income Statement

	31.03.2016 in Euro	31.03.2015 in 1000 Euro
1. Umsatzerlöse / Revenues	10.856.259,64	11.273,52
a Erlöse / <i>Sales revenues</i>	12.626.599,70	13.005,08
b Erlöسابgrenzung / <i>Accrual of revenues</i>	-1.770.340,06	-1.731,56
2. Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen / <i>Changes of inventories</i>	53.839,24	-46,32
3. Andere aktivierte Eigenleistungen / <i>Company-produced additions to plant and equipment</i>	161.765,02	126,10
4. Sonstige betriebliche Erträge / <i>Other operating income</i>	718.126,37	1.116,07
a Auflösung von Rückstellungen / <i>Release of provisions</i>	18.588,74	260,00
b Staatliche Prämien / <i>Governmental premiums</i>	687.350,66	381,19
c Sonstige / <i>Others</i>	12.186,97	474,88
5. Aufwand für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen / <i>Costs of materials and purchased services</i>	-3.616.418,26	-4.409,15
a Materialaufwand / <i>Material</i>	-206.323,73	-246,17
b Aufwendungen für bezogene Leistungen / <i>Purchased services</i>	-3.410.094,53	-4.162,98
6. Personalaufwand / <i>Personnel expenses</i>	-5.867.296,02	-5.961,04
a Gehälter / <i>Salaries</i>	-4.474.310,81	-4.582,90
b Aufwendungen für Mitarbeitervorsorge / <i>Expenses for employee preparedness</i>	-712.72,72	-69,10
c Aufwendungen für Altersvorsorge / <i>Expenses for retirement provision</i>	-5.210,05	-4,69
d Aufwendung für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben, Entgelt- abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge / <i>Social security contributions, salary related duties and compulsory contributions</i>	-1.305.612,06	-1.292,10
e Sonstige Sozialaufwendungen / <i>Other social benefits</i>	-10.890,38	-12,25
7. Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen / <i>Depreciation and amortisation</i>	-600.027,90	-715,80
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen / <i>Other operating expenses</i>	-1.371.487,32	-1.350,49
9. Betriebsergebnis / <i>Operating income</i>	334.760,77	32,89
10. Erträge aus anderen Wertpapieren / <i>Yield on other securities</i>	0,00	0,00
11. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge / <i>Interest and similar income</i>	233,43	0,99
12. Erträge aus dem Abgang von und der Zuschreibung zu Finanzanlagen und Wertpapieren des Umlaufvermögens / <i>Income from financial assets</i>	41.925,00	0,00
13. Aufwendungen aus Finanzanlagen - Abschreibungen / <i>Costs from financial assets - depreciation</i>	-176,01	0,00
14. Zinsen und ähnliche Aufwendungen / <i>Interest and similar expenses</i>	-8.656,35	-24,24
15. Finanzergebnis / <i>Financial result</i>	33.326,07	-23,25
16. Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit / <i>Earning before tax</i>	368.086,84	9,65
17. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag / <i>Total taxes on income</i>	-1.646,00	-1,85
18. Jahresergebnis / <i>Net result of the year</i>	366.440,84	7,80
19. Gewinnvortrag / <i>Profit carried forward from the previous year</i>	1.450.597,72	1.442,80
20. Bilanzgewinn / <i>Profit of the financial year</i>	1.817.038,56	1.450,60

Anhang Annex

I. Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Die Bilanzierung für das Wirtschaftsjahr 2015/2016 erfolgte unter Anwendung der Rechnungslegungsbestimmungen des Unternehmensgesetzbuches (UGB) in der derzeit geltenden Fassung unter Beachtung der ergänzenden Bestimmungen des EU-Gesellschaftsrechtsänderungsgesetzes (EU-GesRÄG).

Der Jahresabschluss wurde unter Beachtung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung und der Generalnorm, ein möglichst getreues Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage des Unternehmens zu vermitteln, aufgestellt (§ 222 Abs. 2 UGB).

Für die Gewinn- und Verlustrechnung wurde das Gesamtkostenverfahren angewendet. Im Interesse einer klaren Darstellung wurden in der Bilanz und in der Gewinn- und Verlustrechnung einzelne Posten zusammengefasst. Diese Posten sind im Anhang gesondert dargestellt.

Bei der Erstellung des Jahresabschlusses wurden die Grundsätze der Vollständigkeit und der Willkürfreiheit eingehalten.

Dem Vorsichtsprinzip wurde Rechnung getragen, indem insbesondere nur die am Abschlussstichtag verwirklichten Gewinne ausgewiesen wurden.

Alle erkennbaren Risiken und drohenden Verluste, die im Geschäftsjahr 2015/2016 entstanden sind, wurden durch entsprechende Rückstellungen berücksichtigt.

Die Gliederung und der Ausweis der einzelnen Posten des Jahresabschlusses wurden nach den allgemeinen Bestimmungen der §§ 196 bis 200 UGB unter Berücksichtigung der Sondervorschriften für Kapitalgesellschaften (§§ 221 bis 235 UGB) vorgenommen.

Die Bewertung der einzelnen Posten der Bilanz wurde entsprechend den §§ 201 bis 211 UGB unter Berücksichtigung der Sondervorschriften für Kapitalgesellschaften (§§ 221 bis 235 UGB) durchgeführt. Bei Vermögensgegenständen und Schulden wurde der Grundsatz der Einzelbewertung angewandt und eine Fortführung des Unternehmens unterstellt.

Im Einzelnen wurden die Posten der Bilanz wie folgt bewertet:

1. Anlagevermögen

Immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen

Die immateriellen Vermögensgegenstände und das abnutzbare Sachanlagevermögen wurden zu Anschaffungskosten abzüglich planmäßiger, linearer Abschreibungen bewertet (§§ 203 und 204 UGB). Die Sätze der Normalabschreibung entsprechen den handels- und steuerrechtlichen Vorschriften

(§ 204 UGB und §§ 7 und 8 EStG 1988). Die Nutzungsdauer für Betriebs- und Geschäftsausstattung beträgt 5 bis 10 Jahre, für Maschinen und Geräte 3 bis 5 Jahre, für Software 4 Jahre und 3 bis 4 Jahre für EDV-Hardware.

Geringwertige Vermögensgegenstände (Anschaffungswert bis € 400,00) werden im Jahr der Anschaffung aktiviert und voll abgeschrieben (§ 13 EStG 1988).

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

Die Bewertungsreserve wurde auf Grund der Beendigung der Förderphase 1 des Schirmprojektes COMET K2 XTribology vollständig aufgelöst.

Finanzanlagevermögen

Das Finanzanlagevermögen wurde zu Anschaffungskosten bewertet, solange nicht dauernde Wertminderungen erwartet werden.

2. Umlaufvermögen

Vorräte

Die Vorräte wurden einzeln zu Anschaffungskosten bewertet. Noch nicht abrechenbare Leistungen wurden zu Herstellungskosten bewertet.

Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Forderungen wurden zum Nennwert angesetzt.

3. Aktive Rechnungsabgrenzungsposten

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

4. Rückstellungen

Die Rückstellungen berücksichtigen alle erkennbaren Risiken und ungewissen Verbindlichkeiten in Höhe jenes Betrages, der nach vernünftiger kaufmännischer Beurteilung notwendig war (§ 198 Abs. 8 UGB).

5. Verbindlichkeiten

Die Verbindlichkeiten wurden gemäß § 211 Abs. 1 UGB mit ihrem Rückzahlungsbetrag unter Bedachtnahme auf den Grundsatz der Vorsicht ermittelt.

6. Passive Rechnungsabgrenzungsposten

Die passiven Rechnungsabgrenzungsposten – d.h. erhaltene Vorauszahlungen für Leistungen, die wirtschaftlich einer zukünftigen Periode zuzurechnen sind – wurden nach dem Vorsichtsprinzip angemessen bewertet (§ 198 Abs. 6 UGB)

7. Änderungen von Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Änderungen von Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden (§ 236 Z 1 UGB) wurden nicht durchgeführt.

II. Erläuterungen zur Bilanz

1. Umlaufvermögen

Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände

Darstellung der Restlaufzeiten gemäß § 225 Abs. 3 UGB:
(Werte in €)

	Restlaufzeit		Bilanzwert
	< 1 Jahr	> 1 Jahr	
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	553.656,99 VJ: 447.196,80	0,00 VJ: 0,00	553.656,99 VJ: 447.196,80
Sonst. Forderungen und Vermögensgegenstand	1.586.658,20 VJ: 3.088.863,39	5.453,23 VJ: 200,00	1.592.111,43 VJ: 3.089.063,39
Summe	2.140.315,19 VJ: 3.536.060,19	5.453,23 VJ: 200,00	2.145.768,42 VJ: 3.536.260,19

Unter dem Posten sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände sind Erträge in der Höhe von € 1.592.111,43 (Vorjahr € 3.089.063,39) enthalten, welche erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 3 UGB). Die Forderungen wurden zum Nennwert bewertet. Im Fall erkennbarer Einzelrisiken wurden entsprechende Wertberichtigungen gebildet.

2. Verbindlichkeiten

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

(Werte in €)	Restlaufzeit < 1 Jahr	Restlaufzeit > 1 Jahr	Restlaufzeit > fünf Jahre	bestellte Sicherheiten
Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten	338.803,30 VJ: 1.405.688,26	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
Erhaltene Anzahl. auf Bestellungen	8.691,91 VJ: 815.895,41	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen.	759.479,86 VJ: 687.811,36	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
Verbindlichkeiten gegenüber Gesellschaftern	0,00 VJ: 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
Sonstige Verbindlichkeiten	492.019,44 VJ: 149.581,34	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
Summe	1.598.994,51 VJ: 3.058.976,37	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00

Unter dem Posten sonstige Verbindlichkeiten sind Aufwendungen in der Höhe von € 492.019,44 enthalten, die erst nach dem Abschlussstichtag zahlungswirksam werden (§ 225 Abs. 6 UGB).

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

Die Kündigungsfristen sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Teilflächenkündigungen bei Raummietverträgen sind möglich.

Aus der Nutzung von folgenden in der Bilanz nicht ausgewiesenen Sachanlagen (§ 224 Abs. 2 A II UGB) ergeben sich für das nächste Geschäftsjahr bzw. für die folgenden fünf Jahre Verpflichtungen in Höhe von (§ 237 Z 8 UGB):

Gegenstand / Bezeichnung (Werte nicht indexiert)	Kündigungsfristen (Monate)	Verpflichtung für das folgende Jahr	Verpflichtung für die nächsten 5 Jahre	gegenüber verbundenen Unternehmen
Miete & Betriebskosten Wiener Neustadt	5	€ 728.262,00	€ 3.641.311,00	€ 0,00
Miete Parkplatz Wiener Neustadt	1	€ 1.425,00	€ 7.126,00	€ 0,00
Miete & Betriebskosten Linz	3	€ 16.544,00	€ 82.720,00	€ 0,00
Miete Parkplatz Linz	1	€ 1.526,00	€ 7.629,00	€ 0,00
Leasing Drucker/Kopierer	3	€ 3.866,00	€ 19.331,00	€ 0,00
Leasing Firmenfahrzeuge	48 - 60	€ 26.880,00	€ 134.400,00	€ 0,00
Summe		€ 778.503,00	€ 3.892.516,00	€ 0,00

4. Investitionszuschüsse

Während der Laufzeit der Förderperiode 1 des Schirmprojektes COMET K2 XTribology wurden zur Ermittlung des jährlich förderfähigen Aufwands die Anschaffungskosten (anstatt nur die jährliche Anlagenabschreibung) für Investitionen in Geräte angesetzt. Zum Ende der Förderperiode 1 ist der diesbezügliche Aufwand zu rollen und zur Ermittlung des förderfähigen Aufwands nur die aufgrund der Gerätenutzung durch das XTribology Schirmprojekt, dem Rechnungskreis XTribology zurechenbare Anlagenabschreibung anzusetzen. Da die Summe der förderfähigen Anlagenabschreibungen über fünf Jahre, zum Ende der Förderperiode 1, höher sind als die für die Ermittlung des förderfähigen Aufwands angesetzten Anschaffungskosten, wurden die im Berichtsjahr verbliebenen Investitionszuschüsse bilanziell zum 31.03.2016 ertragswirksam aufgelöst.

III. Erläuterungen zur Gewinn- und Verlustrechnung

1. Betriebsergebnis

Im Betriebsergebnis sind keine aperiodischen Erlöse enthalten (§ 233 UGB). Im Betriebsergebnis sind steuerliche Prämien gemäß § 108 EStG in Höhe von € 687.350,66 (Vorjahr € 381.194,50) enthalten; davon betreffen € 400.000 (Vorjahr € 380.000) die Forschungsprämie, € 285.479,69 (Vorjahr € 0,00) den Erlössaldo zum Bilanzansatz für die Forschungsprämie aus dem Vorjahr und € 1.870,97 (Vorjahr € 1.194,50) die Bildungsprämie.

2. Umsatzerlöse

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

IV. Sonstige Angaben

1. Organe der Gesellschaft

Geschäftsführer während des Geschäftsjahres waren Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas Pauschitz und Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Friedrich Franek. Die Schutzklausel kommt zur Anwendung.

2. Dienstnehmer

Die durchschnittliche Zahl der Dienstnehmer während des Geschäftsjahres beträgt (§ 239 Abs.1 Z 1 UGB):

(in Köpfen)	Geschäftsjahr	Vorjahr
Arbeiter	0	0
Angestellte	130	140
Summe	130	140

3. Aufwendungen für die Abschlussprüfung

Die Aufwendungen für die Abschlussprüfung belaufen sich auf ca. € 4.000,00.

4. Beteiligungsunternehmen

Aerospace & Advanced Composites GmbH, Viktor-Kaplan-Straße 2/F, 2700 Wiener Neustadt

Der Kapitalanteil beträgt 49,9 % (Vorjahr: 51,9 %) des Stammkapitals, die Höhe des Eigenkapitals € 381.809,90 (Vorjahr: € 306.048,95). Das Ergebnis des letzten Geschäftsjahres 2014/2015 war ein Gewinn von € 75.760,95 (Vorjahr: € 295.639,23). Es wurde keine Gewinnausschüttung vorgenommen.

Es gibt zum 31.03.2016 keine aushaftenden Verbindlichkeiten.



Landesgesellschaft
Österreich

ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH
bescheinigt, dass die Organisation



AC2T research GmbH
Laboratorium für Schmierstoffe
Laboratorium für
Metallographie und Mikroskopie
Viktor-Kaplan-Straße 2/C
A-2700 Wiener Neustadt

für den Geltungsbereich

Laboratorium für Schmierstoffe
Laboratorium für Metallographie und Mikroskopie

ein Qualitäts- und Umweltmanagementsystem
eingeführt hat und anwendet.

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

wurde der Nachweis erbracht, dass die Forderungen der

ISO 9001:2015 und ISO 14001:2015

erfüllt sind. Dieses Zertifikat ist gültig bis **April 2019**

Zertifikat-Registrier-Nr. **QU1530899**

Kurt Kiefer

Wien, 2016-07-29



Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH
Campus 21 Europaring A04301, A-2345 Businesspark Wien Süd, Austria

The images show tomographic sections through an atomistic polycrystalline ferrite sample during a grinding simulation. Different colours denote different crystallographic grain orientations.

Die Bilder zeigen tomographische Schnittbilder einer atomaren polykristallinen Ferritprobe während einer Schleif-Simulation. Unterschiedliche Farben stehen für unterschiedliche kristallographische Kornorientierungen.

IMPRESSUM

Medieninhaber, Herausgeber, Verleger:

AC2T research GmbH

FN 225694 d

Viktor-Kaplan-Straße 2/C

2700 Wiener Neustadt, Österreich

Tel. +43 (0) 2622 81600

Fax. +43 (0) 2622 81600-99

E-mail: office@ac2t.at

Web: www.ac2t.at

Für den Inhalt verantwortlich:

Dr. Andreas Pauschitz

Univ.-Prof. Dr. Friedrich Franek

Bilder, Grafiken & Design:

AC2T research GmbH

Druck:

Ferdinand Berger & Söhne GmbH, Horn



supported by



FFG



Europäische Union Investitionen in Wachstum & Beschäftigung, Österreich.