

**Summaries****Zusammenfassungen****I – Session 1: Introduction Lectures****I – Session 1: Einführungsvorträge****I 1****Professor Dr.-Ing. Wolfgang Guth**, Hochschule Esslingen

Dr. Eberhard Bock und Dipl.-Ing. Volker Schroiff, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik GmbH &amp; Co KG, Weinheim

**LCA – Life Cycle Analysis for Sealings**

The current CO<sub>2</sub> discussion raises questions on cause-effect-relationships of anthropogenic environmental influences. Energy saving, resource protection and emission reduction within the value chain of a product are becoming competitive factors for industrial companies including suppliers of machine parts as seals.

This paper contributes to the topic by showing the basics and the procedure how to come to an objective and effective Life Cycle Analysis on radial shaft seals. Based on a generic model of the process chain the synthesis along resources, production, usage and recovery is shown for an oil seal. The generic model of mass and energy flux permits comparisons of material, process and design. Parameter impacts are derived using the GABI software. An objective and holistic assessment of improvements and innovations is possible and solutions (of competitors) can be benchmarked.

The objectivity of this approach makes it a mighty tool in judging environmental aspects of products, processes and resources enabling for example to select sustainable suppliers.

**LCA – Life Cycle Analyse für Dichtungen****DE**

Die aktuelle CO<sub>2</sub>-Diskussion wirft komplexe Fragestellungen zu Ursache-Wirkungsbeziehungen von anthropogenen Umwelteinflüssen auf. Vor diesem Hintergrund werden Energieeinsparung, Ressourcenschonung und Emissionsreduktion zu immer wichtigeren Wettbewerbsfaktoren für die Industrieunternehmen entlang der Wertschöpfungskette. Dies betrifft auch die Zulieferer von Maschinenelementen wie Dichtungen.

Der Vortrag leistet einen grundlegenden Beitrag zu diesem Thema und der laufenden Diskussion in den Unternehmen. Es werden die Grundlagen und die Vorgehensweise einer objektiven und effektiven Life Cycle Analyse (LCA) am Beispiel von Radialwellendichtungen (RWDR) vorgestellt.

Die Grundlage bildet ein generisches Modell der Prozesskette von Radialwellendichtungen beginnend bei der Herstellung und Verarbeitung der Rohstoffe, über die Produktion und die Nutzung der Produkte bis hin zur Verwertung. Als Praxisbeispiel für die LCA wird ein RWDR aus der Automobilanwendung betrachtet. Durch die Objektivität des Ansatzes wird diese Methode zukünftig zu einem mächtigen Instrument bei der Bewertung von umweltlichen Aspekten von Produkten, Prozessen und Werkstoffen. Darüber hinaus können die Ergebnisse als Kriterien für die Auswahl von nachhaltigen Lieferanten verwendet werden.

**I 2****Dr. rer. nat. Jürgen Braun**, Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH, Mannheim, Deutschland**Current Elastomer Compatibility Test Standards – a Critical Reflection**

The old DIN as well as the current ISO standards for reference elastomers contain partly contradictory elastomer designations and recipes causing confusion. The relatively imprecise information regarding the test procedure in DIN ISO 1817 can have significant effects on the test results. A study and a round robin reveal the significant influence of air oxygen on the elastomer ageing as well as the effect of the excess of test fluid depending on the test procedure.

**Aktuelle Elastomerträglichkeitstest-Standards – eine kritische Betrachtung****DE**

Die alte DIN wie auch die aktuellen ISO Normen für Referenzelastomere enthalten sich zum Teil widersprechende Elastomerbezeichnungen und Elastomerzusammensetzungen, was zu Verwirrungen führt. Die relativ unpräzisen Angaben zur Prüfprozedur in der DIN ISO 1817 können gravierende Auswirkungen auf die Testergebnisse zur Folge haben. Eine Studie und ein Ringversuch zeigen deutlich den großen Einfluss von Luftsauerstoff auf die Elastomeralterung sowie den Einfluss des Ölüberschusses abhängig von der Testdurchführung.

**A – Session 2: Static Seals****A – Session 2: Statische Dichtungen****A 1**

**Prof. Dr. Yoshio Matsuzaki**, Ishikawa National College of Technology, Ishikawa  
 Prof. Dr. Isami Nitta, Faculty of Engineering, Niigata University, Niigata

**Observation of Real Contact Area at Metal Gasket Surfaces using Laser Microscope with Wide Field of View**



To quantitatively predict the leakage rates of static metal seals, it is important to observe the real contact area at seal surfaces. This study demonstrated a new method for visualization of the real contact situation at seal surfaces using a laser microscope with wide field of view.

**Erfassung der realen Kontaktflächen an Metalldichtungsflächen mit Hilfe eines Lasermikroskops mit großflächigem Messfeld**

Zur Vorherbestimmung der quantitativen Verluste von feststehenden Metalldichtungen ist die Erfassung der realen Kontaktfläche der Dichtfläche von großer Bedeutung. Im Beitrag wird von den Autoren eine Methode zur Visualisierung der realen Kontaktsituation an der Dichtfläche mit Hilfe eines Laser-Mikroskops mit großflächigem Messfeld vorgestellt.

**A 2**

**Dipl.-Ing Hariolf Kurz**, Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Roos, Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart

**Characterization of Leakage through Inhomogeneous Stressed Sheet Gaskets and Sheet Gaskets with Modified Geometry**

In this study, an approach is presented, to estimate the effects of inhomogeneous gasket stresses, geometry changes and combinations of different gasket materials to improve the sealing performance and reduce fugitive emissions.

The method implies a two-stage numeric procedure and is applied and verified at an inhomogeneous stressed sheet gasket. It enables us to predict the reduction in the leakage rate of a modified sheet gasket by factor 3000 due to decreased gasket width.

**Bestimmung der Leckage durch inhomogen verpresste Flachdichtungen und Flachdichtungen mit veränderter Geometrie**



Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Vorgehensweise zur Abbildung der Leckage durch Dichtungen vorgestellt, welche die Auswirkungen von beispielsweise ungleichförmiger Flächenpressung, Geometrievariationen oder Materialkombinationen an Flachdichtung abbildet.

Die zweistufige, numerische Vorgehensweise ermöglicht die rechnerische Vorhersage der Reduktion der Leckagerate einer PTFE-Flachdichtung um Faktor 3000 als Folge der reduzierten, effektiv verpressten Fläche. Vergleichende messtechnische Untersuchungen bestätigen die Richtigkeit der Vorgehensweise.

**A 3**

**Dipl.-Ing. Jan-Peter Reibert**, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, Dipl.-Ing. Christian Simader  
 Institut für Maschinenelemente, Universität Stuttgart

**Static Sealing on Flange Imperfections**

In order to reduce both, weight and space, bonded parts steadily become more and more flexible, warped and defective, thus representing a growing challenge for sealing technology. At the same time, the potential of sealing gaskets in this field is virtually unknown. This article describes the research, that has been done on the potential of basic types of industrially significant gaskets to seal imperfect assembly parts. In this scope, numerical limits of these gaskets are identified regarding the parameters asperity, surface defects of the bonded parts and feasible microdynamics in the gasket.

**Auf unebenen Dichtflächen perfekt abdichten**



Im Zuge von Gewichtseinsparungen und Bauraumbegrenzungen werden die Dichtflächen an Gehäusetrennstellen stetig weicher, unebener und fehlerbehafteter. Allerdings sind die Grenzen der Abdichtbarkeit unbekannt. Im Beitrag sind Untersuchungen zur Abdichtung von nicht optimalen Dichtflächen dargestellt. Darin wurden für wesentliche Dichtungsarten Grenzwerte zu Abdichtung von Unebenheiten, Fehlstellen und Mikrobewegung in der Dichtfuge ermittelt.

**A – Session 3: Simulation****A – Session 3: Simulation****A 4**

**Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Ottink**, Dipl.-Ing. Bengt Wennehorst, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll, Institute for Machine Elements, Engineering Design and Tribology (IMKT), Leibniz Universität Hannover, Germany

**Analysis of Rod Seals by Application of the Light Induced Fluorescence Method**



In today's applications hydraulic rod seals have to withstand high pressures and velocities. For optimization of these seals it is very important to examine the process taking place in the dynamic sealing contact. In this paper a test rig that enables the application of the fluorescence method for analysis of rod seals is presented.

**Untersuchung von Stangendichtungen unter Verwendung der Fluoreszenz-Methode**

In aktuellen Anwendungen müssen Hydraulikstangendichtungen hohen Drücken und großen Gleitgeschwindigkeiten standhalten. Im Hinblick auf Optimierungen an der Dichtungsgeometrie ist es wichtig die Kontaktverhältnisse und die Schmierfilmbildungen im Dichtkontakt zu untersuchen. Ein speziell für diese Untersuchungen an Hochdruckhydraulikstangendichtungen entwickelter Prüfstand sowie das angewendete Untersuchungsverfahren auf Basis der Fluoreszenz-Methode werden im vorliegenden Paper vorgestellt.

**A 5**

**Dipl.-Ing. Timo Schmidt**, Dr.-Ing. Markus André, Robert Bosch GmbH, Corporate Sector Research and Advance Engineering – Plastics Engineering (CR/APP2), Waiblingen, Germany  
Leo Dupuis, Bosch Rexroth B.V., Research & Development Cylinders (DCH-SY/EBA), Boxtel, The Netherlands  
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll, University of Hanover, Institute of Machine Elements, Engineering Design and Tribology, Hannover, Germany

**Mixed Lubrication and Wear in Hydraulic Sealing Systems – Simulation and Experimental Validation**



This paper presents a coupled simulation method for the computation of soft Elasto-Hydrodynamic Lubrication (sEHL) and wear progress due to abrasion in hydraulic sealing systems. The presented approach is based on the strong coupling of a non-linear finite-element model with the transient Reynolds equation. This method allows to apply arbitrary viscoelastic and viscoplastic material models for the elastomeric and thermoplastic seals and takes into account the effects of surface roughness and cavitation in the sealing zone. Based on the mixed lubrication computations wear simulations utilising an Arbitrary-Lagrangian-Eulerian (ALE) algorithm are performed. The experimental validation of the mixed lubrication approach is based on light induced fluorescence measurements of the fluid film thickness in the sealing zone. A comparison of measured and computed fluid film thickness is shown.

**Mischreibung und Verschleiß in Hydraulikdichtsystemen – Simulation und experimentelle Validierung**

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine gekoppelte Simulationsmethodik zur Berechnung von weichen, elasto-hydrodynamischen Kontakten und abrasivem Verschleißfortschritt in Hydraulikdichtsystemen vorgestellt. Der Ansatz basiert auf der direkten Kopplung eines nichtlinearen Finite-Elemente-Modells mit der transienten Reynolds-Gleichung. Die Methodik erlaubt die Definition allgemeiner viskoelastischer und viskoplastischer Materialmodelle für die elastomeren und thermoplastischen Dichtungen und berücksichtigt den Einfluss von Oberflächenrauigkeiten und Kavitation im Dichtkontakt. Auf Basis der Mischreibungsberechnung werden Verschleißsimulationen mit einem Arbitrary-Lagrangian-Eulerian (ALE) Algorithmus durchgeführt. Die experimentelle Validierung des Mischreibungsansatzes erfolgt anhand von lichtinduzierten Fluoreszenzmesungen der Schmierfilmhöhe im Dichtspalt. Ein Vergleich von gemessenen und berechneten Schmierfilmhöhen wird gezeigt.

**A 6**

Dr. rer. nat. Edgar Freitag, Merkel Freudenberg Fluidtechnik GmbH, S, Deutschland  
**Dipl.-Ing. Andreas Gropp**, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim, Deutschland

**Comparison of Blok's Inverse Method and the EHL-Theory with Experimental Results Using the Example of a Axial Shaft Seal**

The oil transport behavior of an axial seal is measured at different pressure loads. The measurements are compared with theoretical results which are obtained from the inverse theory and the EHL – theory. Qualitatively the calculation fits quite well with the measurement. Because surface roughness is neglected one can observe same differences. With the help of measurements in combination with simulation one can describe the oil transport behavior. This gives hints for the optimization of the seal.

**Vergleich der inversen Methode nach Blok und der EHD-Theorie mit experimentellen Ergebnissen am Beispiel eines Nutringes**



Die experimentellen Ergebnisse zur Druckabhängigkeit des Fördermechanismus von einem innen dichtenden Nutring wurden mit den Simulationsergebnissen nach der inversen Methode und nach der EHD – Theorie verglichen. Die Berechnungen ergeben eine qualitativ gute Übereinstimmung mit den Messungen. Abweichungen ergeben sich hauptsächlich durch die Vernachlässigung der Oberflächenrauheit und -energie. Damit ist man mit Hilfe von Messungen in Kombination mit Simulationen in der Lage, den Fördermechanismus zu beschreiben und erhält Hinweise zur Optimierung der Dichtung.

**A 7**

**Dipl.-Ing. Oliver Heipl**, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff, RWTH Aachen University, Institute for Fluid Power Drives and Controls (IFAS), Aachen, Germany  
 Dr.-Ing. Manfred Achenbach, Parker Hannifin GmbH, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen, Germany

**Friction Modelling for Pneumatic Actuator Seals Regarding Structural Mechanics**



Pneumatic linear actuators are widely used for industrial automation and handling purposes. The design and development for such devices require powerful tools. Modelling of friction phenomena located to the sealing contact is at present incomplete. The integration of a friction model based on the model by Carlson and Batista into a common system simulation tool is shown. Using characteristic diagrams, the influence of the structural mechanics of seals is considered.

**Reibkraftmodellierung an Dichtungen pneumatischer Linearantriebe unter Berücksichtigung der Strukturmechanik**

Pneumatische Zylinderantriebe werden häufig im industriellen Umfeld für Automatisierungs- und Handhabungsaufgaben eingesetzt. Der Entwicklungs- und Konstruktionsprozess erfordert hierfür leistungsfähige Werkzeuge. Die Beschreibung der Dichtungsreibung ist derzeit allerdings noch nicht hinreichend genau möglich. Die Verknüpfung der Systemsimulation mit einem Reibungsmodell basierend auf dem Ansatz von Carlson und Batista ist gezeigt. Anhand von Kennfeldern wird der Einfluss der Strukturmechanik berücksichtigt.

**A – Session 4: Materials and Surfaces**

**A – Session 4: Werkstoffe und Oberflächen**

**A 8**

**Werner Ottens**, Dipl.-Ing. Rolf Hahn, Dr.-Ing. Hans Kockelmann, Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Roos, Materialprüfungsanstalt (MPA), Universität Stuttgart

**Optimization of stuffing box stem sealings in valves by means of surface treatment and coating**



For the optimization of the frictional behavior of valve stems in stuffing box sealing systems several surface treatment and coating technologies (Nitrogen and Boron Hardening, inductive coat, Si-

**Optimierung von Spindelabdichtungen in Armaturen hinsichtlich Funktion und Ausblassicherheit durch Oberflächenbehandlung und -beschichtung**

Zur Optimierung des Reibverhaltens von Armaturenspindeln in Stopfbuchsabdichtungen wurden verschiedene Oberflächenbehandlungs- und -beschichtungstechnologien untersucht:

and Me-DLC, AlTiN, Chromium-Nitride Multilayer, Tungsten-Carbide and Chromium-Carbide) were examined. For the evaluation friction tests were carried out at 400 °C followed by leakage tests (test fluid Nitrogen, 160 bar) with usual graphite packings. Most favourable behavior was observed for the stem with inductive coat (metallizing and inductive melting of stem surface).

Nitrieren und Borieren, Inductive Coat, Silizium- und Metall-DLC, AlTiN, Chromnitrid Multilayer, Wolframkarbid und Chromkarbid. Zur Bewertung wurden Reibversuche bei 400 °C mit praxisüblichen Graphitpackungen durchgeführt, gefolgt von Leckageversuchen (Prüfmedium Stickstoff, 160 bar). Das günstigste Verhalten zeigte die Spindel mit Inductive Coat (Metallspritzen und induktives Schmelzen der Spindeloberfläche).

## A 9

**MSc. Ye Sujuan**, Peng Bing, Wu Wentao and Tan Feng, Guangzhou Mechanical Engineering Research Institute, Guangzhou, Guangdong, P.R. China

### The friction and wear properties of the PTFE composites for seal



Polytetrafluorethylen (PTFE) ist ein excellenter Festschmierstoff und wird häufig in Lagern und Dichtungen angewendet. Für die Dichtungslebensdauer sind dabei Reibungs- und Verschleiß-eigenschaften die kritischen Faktoren. Tribologische Untersuchungen an PTFE-Compounds werden meist nur bei Umgebungstemperatur durchgeführt und kaum bei höheren Temperaturen. Da die Arbeitstemperatur von Dichtungen normalerweise über der Raumtemperatur liegt, sind aber gerade Versuche bei höherer Temperatur aussagekräftiger. In diesem Beitrag werden die Reibungs- und Verschleiß-eigenschaften von verschiedenen PTFE-Compounds bei Raumtemperatur und darüber untersucht. Durch Analyse des Reibungs- und Verschleißverhaltens der PTFE-Compounds lässt sich ein Verfahren zur Materialauswahl ableiten und es ist möglich die Dichtungslebensdauer vorherzusagen.

### Reibungs- und Verschleiß-eigenschaften von PTFE-Compounds für Dichtungen

Polytetrafluorethylen (PTFE) ist ein ausgezeichneter Festschmierstoff und wird häufig in Lagern und Dichtungen angewendet. Für die Dichtungslebensdauer sind dabei Reibungs- und Verschleiß-eigenschaften die kritischen Faktoren. Tribologische Untersuchungen an PTFE-Compounds werden meist nur bei Umgebungstemperatur durchgeführt und kaum bei höheren Temperaturen. Da die Arbeitstemperatur von Dichtungen normalerweise über der Raumtemperatur liegt, sind aber gerade Versuche bei höherer Temperatur aussagekräftiger. In diesem Beitrag werden die Reibungs- und Verschleiß-eigenschaften von verschiedenen PTFE-Compounds bei Raumtemperatur und darüber untersucht. Durch Analyse des Reibungs- und Verschleißverhaltens der PTFE-Compounds lässt sich ein Verfahren zur Materialauswahl ableiten und es ist möglich die Dichtungslebensdauer vorherzusagen.

## A 10

**Dr.-Ing. Cristiana Borrelli**, M.Eng. Jean-Luc Matoux, DuPont Performance Polymers, DuPont de Nemours International S.A., ETC- Meyrin, Geneva, Switzerland

### The latest perfluoroelastomer sealing compounds for Oil & Gas and Chemical Industrial applications, involving rapid gas decompression and low temperatures



This paper introduces the latest Kalrez® product developments:

- Kalrez® Spectrum™ 0040, with low temperature static sealing performance down to -42°C, levels once thought unattainable for perfluoroelastomers parts.
- Kalrez® 0090, Norsok M710 rev 2 certified, for rapid gas decompression applications. These are the only FFKM parts to be independently tested and certified by the Material Engineering Research Laboratory (MERL) to meet NORSOK M-710 requirements.

### Die neuesten Dichtungswerkstoffe aus Perfluorelastomeren für kritische Anwendungen im Bereich Öl & Gas sowie der chemischen Industrie unter Berücksichtigung explosiver Dekompression und tiefer Temperaturen

Dieser Beitrag stellt die neuesten Kalrez®-Produktentwicklungen vor:

- Kalrez® Spectrum™ 0040, mit Tieftemperaturdichtvermögen für statische Abdichtung bis -42°C, was für Bauteile aus Perfluorelastomere einst für unerreichbar gehalten wurde.
- Kalrez® 0090 (zertifiziert nach Norsok M710 rev 2) für Anwendungen mit schneller Gas-Dekompression. Dies sind die einzigen FFKM-Teile, die unabhängig geprüft und durch das Materialprüflabor (MERL) entsprechend den NORSOK M-710-Anforderungen zertifiziert sind.

## A 11

**Dr. Dipl.-Ing. Thomas Schwarz**, Dipl.-Ing. Mario Mitterhuber BSc., M.A. Silvio Schreymayer, SKF ECONOMOS GmbH, Judenburg, Austria

**Characterization of sealing materials with improved tribological properties under incomplete lubrication**



A methodology to characterize the wear performance of polyurethane U-cup seals under incomplete lubrication conditions was developed using a reciprocating seal test-rig and a low viscosity power fluid.

It could be verified that polyurethanes can be effectively modified by the addition of lubricating agents to achieve a better tribological and sealing performance under incomplete lubrication conditions.

**Charakterisierung von Dichtungswerkstoffen mit verbesserten tribologischen Eigenschaften unter Betriebsbedingungen mit schlechter Schmierung**

Gegenstand dieser Arbeit sind die Charakterisierung der tribologischen Eigenschaften von Dichtungen aus thermoplastischen Polyurethan-elastomeren und die Entwicklung einer Methode zur Beurteilung des Verschleißverhaltens unter Mangelschmierung.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die tribologischen Eigenschaften von Dichtungswerkstoffen aus Polyurethan gezielt durch die Modifikation mit Additiven beeinflusst werden können und im Falle von unzureichenden Schmierungsverhältnissen deutliche Verbesserungen erzielt werden können.

**A – Session 5: Reciprocating Seals**

**A – Session 5: Translat. Dichtungen**

## A 12

**Dipl.-Ing. Armin Hermann**, Merkel Freudenberg Fluidtechnik GmbH, Schwalmstadt, Germany  
Dipl.-Ing. Philipp Grönefeld, Dipl.-Ing. Matthias Wangenheim, Institut für Dynamik und Schwingungen, Leibniz Universität, Hannover, Germany

**Variation of counter surface parameters and their tribological impact in pneumatic actuators**



Surface topography modifications are an instrument to selectively influence the friction behaviour of pneumatic seals. A set of descriptive surface parameters used in hydraulic sealing industry is transferred to pneumatic contacts. The dry and lubricated friction characteristics over velocity and system pressure and the long term friction behaviour are investigated with respect to their variations over a long-term sliding distance. An interrelation is revealed between the level of friction and the change of surface topography parameters in terms of the covered sliding distance.

**Veränderung der Oberflächenparameter der Gegenlauffläche und ihr tribologischer Einfluss in Pneumatikzylindern**

Oberflächentopografieänderungen sind ein Instrument um das Reibungsverhalten von Pneumatikdichtungen selektiv zu beeinflussen. Eine Reihe von beschriebenen Oberflächenparametern, die in der Hydraulikdichtungsindustrie benutzt werden, wurde dazu in den Pneumatikkontakt übertragen. Sowohl die trockene als auch die geschmierte Reibcharakteristik über Geschwindigkeit und Systemdruck und das Langzeit Reibungsverhalten wurden in Bezug auf ihre Variationen über einen langen Gleitweg untersucht. Ein Zusammenhang zwischen dem Reibungslevel und der Änderung der Oberflächentopografieänderungen über die geprüfte Gleitstrecke sind dabei nachgewiesen worden.

**A 13**

**Dipl.-Ing. (FH) Gonzalo A. Barillas**, Dipl.-Ing. Patrick Kinsch, Jürgen Jäckel und Marco Schönwälder, Merkel Freudenberg Fluidtechnik, Schwalmstadt

**Innovative Drive Seal with Lowest Friction*****Innovative Antriebsdichtung mit geringster Reibung*****DE**

A new drive seal in form of a piston seal is presented. Its functional principle separates the dynamical seal effect from the static seal effect into a radial sealing force component and an axial force component in such a way, that the cross section of the seal will not be radial compressed. Several tests have shown the reliability of the seal against blow-by-leakage and a significant lower friction level compared to state of the art piston seals solutions available in the market. Seals in two different NBR materials reached a life time of 15 million double strokes equivalent to 6,000 km.

Es wird eine neue Antriebsdichtung als Kolbendichtungsvariante vorgestellt. Das Funktionsprinzip trennt die dynamische Dichtwirkung von der statischen Dichtwirkung in einer radialen und einer axialen Komponente, so dass es zu keiner radialen Verpressung des Dichtungsquerschnitts kommt. Diverse Versuche mit dieser Dichtung haben gezeigt, dass es nicht zu einem Überblasen der Dichtung kommt. Darüber hinaus zeigt diese Dichtung ein wesentlich geringeres Reibungsniveau als bei den im Markt vorhandenen Kolbendichtungen. Bei Dauerlaufversuchen mit zwei NBR Werkstoffen erreicht diese Dichtung 15 Millionen Doppelhübe, bzw. 6.000 km Laufeistung.

**A 14**

**MSc Shigenobu Honda**, Dr.-Ing. Sato Yuki, NOK Corporation, Fujisawa, Japan

**A Novel Approach to Evaluate the Viscoelastic Behavior of Reciprocating Seals*****Neuer Ansatz zur Einschätzung des viskoelastischen Verhaltens translatorischer Dichtung*****EN**

To investigate the friction and damping action of shock absorber seals, synchronized capturing system, which provides to record the motion of sealing surface in synchronization with rod motion and friction force, has been adopted. First results obtained under several oscillating condition clearly show that visco-elastic property of rubber lip would affect lip deformation and hysteresis chart.

Ein zeitgleiches einfangendes System ist adoptiert worden, um eine Reibungseigenschaft der Schockabsorberversiegelungen zu erforschen. Erste Ergebnisse zeigen, daß visco-elastische Eigenschaft der Gummilippe die Lippendeformierung und die Hysteresetabelle beeinflusst.

**A 15**

**Søren Roepstorff**, Thomas Ø. Larsen, Trelleborg Sealing Solutions, R&D, Helsingør, Denmark  
Holger Jordan, Trelleborg Sealing Solutions, R&D, Stuttgart, Germany

**New PTFE-based Material for Hydraulic Seal Applications*****Neuer PTFE-Werkstoff für den Einsatz in Hydraulikdichtungen*****EN**

A range of PTFE-based seal materials exists on the market today, each with their strengths and their short-comings. The idea of a universally applicable seal material, which covers all applications, is probably unrealistic. However, the aim with this new PTFE-based material, Turcon® M12, has been to develop a material, which covers a significantly wider range of applications compared to existing PTFE materials.

Auf dem Markt gibt es heute eine Vielzahl von PTFE basierten Dichtungswerkstoffen. Jeder mit Stärken und Schwächen. Der Gedanke an einen universell einsetzbaren Compound, der alle Anwendungen abdecken kann scheint zum heutigen Stand schwer umsetzbar.

Dennoch wurde bei der Entwicklung dieses neuen PTFE Compound M12 angestrebt einen erheblich grösseren Umfang von Anwendungen im Vergleich zu vorhandenen Compounds abzudecken.

**A – Session 6: Materials and Surfaces****A – Session 6: Werkstoffe und Oberflächen****A 16**

**Dr. Matthias Soddemann**, Dr. Kevin Kulbaba, Dr. Julia Müller  
LANXESS AG, Leverkusen, Germany

**A New Ultra Low Viscosity HNBR for Liquid Injection Moulding and In-Place Gaskets****Ein neues niedrig-viskoses HNBR für Flüssig-Spritzguss und In-Place Gaskets**

THERBAN<sup>®</sup> hydrogenated nitrile rubber (HNBR) is a specialty elastomer used in demanding engineering applications such as the automotive, heavy duty, and oil well markets. It has an excellent combination of heat, oil and abrasion resistance in addition to high mechanical strength, and very good dynamic and compression set properties. This paper will present the properties and processing characteristics of a novel grade of Ultra Low Viscosity HNBR. This material has a viscosity range between 100 and 1000 Pascal seconds at conventional processing temperatures enabling it to be used for liquid injection molding (LIM) applications as well as the production of in place gaskets (IPG) without the need for plasticizers.

THERBAN<sup>®</sup> hydrierter Nitrilkautschuk (HNBR) wird als Spezialelastomer in vielen verschiedenen anspruchsvollen Anwendungen in der Automobilindustrie, allgemeinen Industrie oder auch Ölindustrie verwendet. Es zeigt überragende Eigenschaften von Hitze-, Öl- und Abriebsbeständigkeit in der Kombination mit hoher mechanischer Festigkeit, sehr guten dynamischen Eigenschaften sowie gutem Druckverformungsrest. Dieser Vortrag wird die Eigenschaften und Verarbeitungs- Charakteristik des neuen Typs eines besonders gering viskosen HNBR zeigen. Das Material ist hierbei durch eine Viskosität zwischen 100 und 1000 Pascalsekunden (Pa\*s) bei konventionellen Verarbeitungstemperaturen charakterisiert. Dadurch folgt die Möglichkeit das Material in Prozessen wie Flüssigspritzguss oder in der Produktion von In Place Gaskets (IPG) ohne die Verwendung von zusätzlichem Weichmacher einzusetzen.

**A 17**

**Dr. rer. nat. Rolf Galle-Gutbrecht**, Trelleborg Sealing Solutions, PUD, Livorno, Italy  
Holger Jordan, Trelleborg Sealing Solutions, R&D, Stuttgart, Germany  
Dipl.-Ing. Renate Brielmann, Trelleborg Sealing Solutions, PUD, Stuttgart, Germany

**Improved Performance for Hydraulic Seals from Thermoplastic Polyurethane****Verbesserte Leistungsfähigkeit für Hydraulikdichtungen aus TPU**

The paper describes the potential of MDI-based TPU to meet increased requirements of seal design engineers and end users. This is shown by endurance test bench results from MDI-, PPDI- and NDI-based materials. Laboratory results of using Temperature Scanning Stress Relaxation demonstrate, that such a high performance TPU can compete with cured polyurethanes.

Der Beitrag zeigt, welches Potential Thermoplastisches Polyurethan (TPU) auf MDI-Basis bietet, um erhöhten Anforderungen von Produkt-Entwicklern und Endkunden gerecht zu werden. Dies wird demonstriert an Hand von Ergebnissen aus Dauerlauf-Versuchen mit MDI-, PPDI- und NDI-basierten Materialien. Laborergebnisse mittels Temperature Scanning Stress Relaxation belegen, daß ein solches High-Performance TPU sich mit vernetzten PU's messen kann.

**A 18**

**Dr. Uwe Wallner**, Parker Prädifa, Bietigheim-Bissingen  
Dr. Jürgen Braun, FUCHS EUROPE SCHMIERSTOFFE GMBH, Mannheim  
Rolf Kuschel, Parker Prädifa, Bietigheim-Bissingen

**New Oils – New Materials. Interaction between Type III Oils and Elastomers****Neue Öle – Neue Werkstoffe. Wechselwirkungen zwischen Gruppe III Ölen und Elastomeren**

API group III based synthetic oils show lower

Synthetische Grundöle der API Gruppe III zeichnen



swelling rates as conventional Group I oils. They show significant shrinkage with standard NBR or HNBR compounds and a negative influence on the function of the seal. With a modified formulation the material can be adjusted to the swelling rate of the oil. The use of ester oils to adjust the swelling rate of the oil may cause problems with Polyurethane seals because of the chemical compatibility. Therefore hydrolysis resistant TPU compounds should be used. In general, a lower swelling rate is easier to handle, than problems in chemical compatibility by adding ester oils.

sich durch geringere Quellraten aus als konventionelle Gruppe I Öle. Dies kann bei Dichtungswerkstoffen auf Basis NBR oder HNBR dazu führen, dass eine erhebliche Schrumpfung eintritt, was wiederum die Funktion negativ beeinflusst. Mit einem geeigneten Rezepturaufbau lassen sich Werkstoffe an die geänderten Quellbedingungen anpassen. Die Verwendung von Esterölen, um die Quellrate des Öls anzupassen, führt zu einer reduzierten chemischen Verträglichkeit von Standardpolyurethanwerkstoffen. Hier muss dann auf hydrolysestabilisierte Werkstoffe zurückgegriffen werden. In Summe ist eine niedrige Quellrate für Dichtungswerkstoffe leichter beherrschbar als die Zugabe von Fremddölen, die zu Problemen in der chemischen Beständigkeit führt.

## A 19

**Dr. Claudia Stern**, Dipl.-Ing. Martin Maier, Dr. Michael Schlipf, ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH, Bietigheim-Bissingen  
MSc. Dorota Sich, Prof. Dr.-Ing. Achim Frick, Hochschule Aalen

### **Innovative Seal Solutions with New PTFE Processing Techniques**

The area of application in which fluoropolymers were used so far, can be extended by using the new material Moldflon® with its outstanding performance and the new possibilities of product shaping by utilizing all kind of well-known thermoplastic processing techniques (e.g. injection moulding, extrusion, melt spinning). As a consequence new system solutions can be realized and existing applications further optimized by using virgin Moldflon® or Moldflon® compounds.

### ***Mit neuartigen PTFE-Fertigungsverfahren zu innovativen Dichtungs-lösungen***



Mit Moldflon® existiert ein Werkstoff der aufgrund seines herausragenden Eigenschaftenportfolios den Einsatzbereich bisher eingesetzter Fluorthermoplaste erweitert und neue Möglichkeiten in der Formgebung durch thermoplastische Verarbeitungsprozesse (Spritzgießen, Extrudieren, Schmelzspinnen) eröffnet.

Dadurch lassen sich neue Systemlösungen unter Verwendung von reinem Moldflon®, wie auch von Moldflon®-Compounds abbilden und bestehende Anwendungen weiter optimieren.

## **A – Session 7: Simulation**

## ***A – Session 7: Simulation***

## A 20

**Dipl.-Ing. (FH) Alexander Wohlers**, Dipl.-Ing. Oliver Heipl and Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff, RWTH Aachen University, Institute for Fluid Power Drives and Controls (IFAS), Aachen, Germany

### **Tribological Computation of Dynamic Step Seals**



This paper presents a simulation model for step seals to predict the dynamic seal process and calculate the friction force. Furthermore a computational study of the effect of surface roughness on the hydrodynamics of step seals is presented.

### ***Tribologische Berechnung dynamischer PTFE-Stufendichtungen***

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Simulationsmodell für Stufendichtungen vorgestellt mit dem der dynamische Dichtprozess beschrieben, sowie die an der Dichtung resultierende Reibkraft berechnet werden kann. Weiterhin wird der Einfluss der Oberflächenrauheit auf die Hydrodynamik an Stufendichtungen aufgezeigt.

**A 21**

**Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Steffen Jung, Dipl.-Ing. Pat.-Ing. André Daubner**, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, Institut für Maschinenelemente (IMA) der Universität Stuttgart, Germany

**Measurement and Simulation of Two-Phase Flow in Sealing Application**

**Messung und Simulation der Zweiphasenströmung am Dichtring**

  **DE**

This paper shows an advanced method to simulate the temperature in the friction contact of a rotary shaft lip seal including Two-Phase-Flow modeling. In conventional heat transfer analysis there are many model assumptions, which simplify the complex interactions of heat transfer and convection. In the present study, an experimentally measured friction torque is used for calculations of an equivalent specific heating power as input for heat transfer simulations including fluid flow. The temperature and velocity field of both fluids (air and oil) will be calculated by a Two-Phase-Flow Conjugated-Heat-Transfer analysis (CHT).

The simulations are in very good agreement to experimental results. This advanced method is the basis for further calculations concerning the influence of the seal environment.

Die Veröffentlichung beschreibt eine Methode zur Temperatursimulation im Dichtkontakt des Radial-Wellendichtrings. Bisherige Temperatur-Berechnungsmodelle sind vielfach stark vereinfacht und vernachlässigen die komplexen Wechselwirkungen von Wärmeübergang und Konvektion. Das experimentell ermittelte Reibmoment wird als Eingangsgröße für die Berechnung der spezifischen Reibleistung verwendet und in der Simulation als Wärmequelle definiert. Mittels einer Zweiphasenströmungssimulation werden die Temperatur- und Strömungsfelder sowie das sogenannte Schleppmoment berechnet. Wird dieses vom gemessenen Reibmoment abgezogen, erhält man das reale, bislang unbekannte Reibmoment des Dichtrings.

Die Simulationen stimmen sehr gut mit den experimentellen Ergebnissen überein und stellt die Grundlage für weiterführende Untersuchungen bezüglich des Einflusses des Dichtungsumfeldes dar.

**A 22**

**Ass. Prof. Dr.-Ing. Andriy Zahorulko**, M.Sc. Sergii Gudkov, Sumy State University, Sumy, Ukraine

**Solution of problem concerning elastohydrodynamic lubrication for friction pair of face packing seal**

**Lösung eines Problems der elasto-hydrodynamischen Schmierung für das Reibungspaar einer Stirnpackungsdichtung**

  **EN**

In the paper, numerical calculation of hydroelasticity problem of face packing seal with hydrodynamic grooves in Ansys Program are performed. The comparison of the calculation and the experimental results shows satisfactory fit.

In diesem Artikel wird die numerische Berechnung eines Problems der Hydroelastizität einer Stirnpackungsdichtung mit hydrodynamischen Rillen mittels des Ansys Programmes beschrieben. Die rechnerisch ermittelten und experimentalen Ergebnisse stimmen zufriedenstellend überein.

**B – Session 2: Rotary Shaft Seals****B – Session 2: Wellendichtungen****B 1**

**Dr. Xiaohong Jia**, State Key Laboratory of Tribology, Tsinghua University, Beijing, China  
 Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Steffen Jung, Prof. Dr.-Ing. Habil. Werner Haas, Institut für Maschinenelemente (IMA) der Universität Stuttgart, Germany  
**Prof. Richard F. Salant**, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, US

**Shaft Pumping by Laser Structured Shafts with Rotary Lip Seals – Theoretical Calculations and Experiments**

**Förderwertuntersuchungen von Radialwellendichtringen anhand laserstrukturierter Gegenaufläichen – Theoretische Berechnungen und experimentelle Ergebnisse**

  **EN**

Conventional rotary lip seals rely on asperities on the lip surface to produce a pumping action, which prevents leakage. In the present study, the production of such a pumping action by laser structured shafts containing oblique groove patterns

Die Funktionsweise herkömmlicher Radial-Wellendichtungen beruht im Wesentlichen auf Rauheitserhebungen der Dichtkante. Aus diesen resultiert ein Fördereffekt, welcher Leckage verhindert. In diesem Beitrag wird der Fördereffekt

is investigated. When the shaft rotates, the patterns induce the pumping action through hydrodynamic means. This process is studied theoretically and experimentally.

von laserstrukturierten Gegenläufflächen untersucht, die schräg zur Umfangsrichtung gerichtete Riefen aufweisen. Bei Wellenrotation wird durch diese Strukturen ein Fördereffekt aufgrund der hydrodynamischen Vorgänge erzeugt. Diese Effekte werden im vorliegenden Beitrag sowohl theoretisch wie auch experimentell untersucht.

## B 2

**Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Gert Baitinger**, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas Institut für Maschinenelemente (IMA) der Universität Stuttgart

### Measurement of Twist in Application of Microstructure Analysis

Common methods for measuring microtwist are not sufficient. This microtwist could be measured and characterized with the presented microstructure analysis. For this 3D topographies had to be filtered, characterized and statistical evaluated. Characteristic values could be calculated from the gained data. A correlation between pumping rate of 11 shafts and characteristic values of the microstructure analysis showed good results.

### *Drallmessung mittels Mikrostrukturanalyse*

  DE

Die bekannten Verfahren zur Messung von Mikrodrall sind nicht ausreichend. Mit der vorgestellten Mikrostrukturanalyse kann dieser Mikrodrall quantitativ erfasst und beschrieben werden. Hierzu werden 3D Oberflächenaufnahmen gefiltert und die isolierten Mikrostrukturen charakterisiert und statistisch ausgewertet. Aus den erhaltenen Daten werden Kennwerte abgeleitet. Eine Korrelation der Förderwerte von 11 Wellen mit Auswertergebnissen der Mikrostrukturanalyse zeigt gute Ergebnisse.

## B 3

**Ass. Prof. Marco Silvestri**, Prof. Edzeario Prati, Ass. Prof. Alessandro Tasora, Tito Marin, Department of Industrial Engineering, University of Parma, Parma (Italy)

### Elastomeric Seals Behavior with Oil Pressure and Lip Support

  EN

The performance of a common radial lip seal is assessed in different operating conditions (namely shaft rotation and oil pressure) with and without the addition of three types of supporting disks. Friction torque and lip temperature are measured and compared. A finite element model is used to examine the deformation experienced by the seal.

### *Verhalten von Elastomer-Dichtungen unter Öldruck bei Unterstützung der Dichtlippe*

Die Leistungen eines Radialdichtrings mit Lippe wurden unter verschiedenen Betriebsvoraussetzungen (Drehgeschwindigkeit der Welle und Öldruck) mit und ohne Einlegen von drei unterschiedlichen Lippenscheiben überprüft. Dabei wurden das Reibungsdrehmoment und die Lippentemperatur gemessen und verglichen. Überdies wurde anhand eines FEM-Modells (Finite-Elemente-Methode) die vom Dichtungsring erlittende Deformierung untersucht.

## B – Session 3: Application in Practice

## *B – Session 3: Anwendungsthemen*

## B 4

**Dipl.-Ing. (FH) Michael Friederich**, Dipl.-Ing. (FH) Martin Bareiss, ZF Lenksysteme GmbH, Schwäbisch Gmünd

### Countermeasure for sealing squeak in valve of hydraulic gear

With design modification from single lip to double lip the sealing behaviour regarding friction, pressure dependency and contact surface had been optimised. This was confirmed by tests. At the end of year 2005 the double lip sealing design was introduced as standard design for all ZFSL hydraulic

### *Abhilfe gegen Dichtringquietschen im Ventil der Hydrauliklenkung*

  DE

Durch die Design-Veränderung von Einfachlippe zu Doppellippe wurde das Verhalten des Wellendichtrings bezüglich Reibung, Druckabhängigkeit und Kontaktfläche optimiert. Dies wurde durch Versuche bestätigt. Das Doppellippen-Design wurde Ende 2005 als Standarddesign bei

gears. Since introduction (almost 5 years field experience) there was no further squeak complaint. Herewith this countermeasure is confirmed also in the field.

allen ZFLS-Hydrauliklenkungen eingeführt. Seit Einführung (beinahe 5 Jahre Felderfahrung) traten keine neuen Quietschbeanstandungen auf. Hiermit ist diese Abhilfemaßnahme auch im Feld bestätigt.

**B 5**

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marlene Wieland**, Dipl.-Ing. Nikolaus Necker, EagleBurgmann Germany GmbH & Co. KG, Wolfkratshausen

**Ultra High Pressure Shaft Seals for CO<sub>2</sub>-Injection Pumps**

**Hochdruckwellenabdichtungen für CO<sub>2</sub>-Injektionspumpen**



In the Enhanced Oil Recovery service specific pumps are injecting CO<sub>2</sub> under high pressure into the oil well.

Für den Enhanced Oil Recovery Prozess injizieren spezielle Pumpen unter hohem Druck CO<sub>2</sub> in das Bohrloch.

For that high pressure application an oil lubricated triple mechanical seal with an external barrier fluid system was developed. This drops the high pressure over two steps to atmosphere. The biggest challenge was to design extremely stiff seal faces to avoid contact.

Für diese extreme Hochdruckanwendung wurde eine ölgeschmierte Dreifachdichtung entwickelt die von einem externen Versorgungssystem gespeist wird und es ermöglicht den Produktdruck über zwei Stufen auf Atmosphärendruck abzubauen. Die größte Herausforderung dabei war die Entwicklung von extrem stabilen Gleitringen um einen Kontakt dieser zu vermeiden.

**B 6**

**Dipl.-Ing. Stefan Schmuker**, Dipl.-Kff. Claudia Hofmann, RHV-Technik, Waiblingen

**Thermal Sprayed Coatings – Commonly Used in Sealing Technology**

**Thermisch gespritzte Schichten - Vielfach im Einsatz in der Dichtungstechnik**



Thermal sprayed coatings are commonly used in sealing technology. There is a wide range in different coating materials. Coatings made of metal, ceramic or carbide materials offer many different properties. In sealing technology thermal sprayed coatings are mainly used at shaft surfaces to reduce wear.

Thermisch gespritzte Beschichtungen sind vielfach im Einsatz im Bereich der Dichtungstechnik. Die Verfahren bieten eine große Anzahl unterschiedlicher Beschichtungswerkstoffe. Beschichtungen aus metallischem, keramischem oder carbidischem Material weisen viele unterschiedliche Eigenschaften auf. In der Dichtungstechnik werden meist Wellen und Wellenhülsen zur Verschleißreduzierung thermisch beschichtet.

**B 7**

**Didier Fribourg**, Yann Goerger, Alain Audrain, Sealing technologies Dpt, CETIM, Nantes, France  
Thierry Benezec, INRA Villeneuve d'Ascq, Laboratory for food process engineering ant technology

**Hygienic Design of Sealing Systems for Food Industries**

**Hygienische Gestaltung von Dichtsystemen für die Nahrungsmittelindustrie**



Cleaning ability tests are performed on different kinds of sealing systems: mechanical seal, O-ring and lip seals.

Für verschiedene Dichtsysteme wird untersucht, wie gut sie sich reinigen lassen. Untersucht wurden Gleitringdichtungen, O-Ringe und Lippendichtungen.

Tests on mechanical seals show that O-rings and their grooves are critical for hygienic design.

Untersuchungen von Gleitringdichtungen ergaben, dass die O-Ringe und ihre Einbauräume für die hygienegerechte Gestaltung kritisch sind. Bei der Optimierung einer rechteckigen O-Ring Nut hinsichtlich Compression Set und Füllgrad hat sich gezeigt, dass voll ausgefüllte Nuten am Günstigsten sind.

An optimisation of the compression set and filling rate of an O-ring rectangular groove show that full grooves are the best configuration. A validation is performed with a clean-in-place protocol in service conditions.

A comparison of cleaning ability between different rotating dynamic seals after endurance is also presented.

Eine Validierung wird mittels Sauberkeitsprotokollierung unter Betriebsbedingungen durchgeführt. Außerdem wurde für verschiedene Dichtsysteme zur Abdichtung von Drehbewegungen verglichen, wie gut sie sich nach einem Dauerlauf reinigen lassen.

---

## **B – Session 4: Test Procedures and Results**

## ***B – Session 4: Prüfverfahren und -ergebnisse***

---

### **B 8**

**Dipl.-Ing. Bernhard Richter**, O-Ring Prüflabor Richter, Großbottwar

#### **Evaluation of the Result from Compatibility Tests and Ageing Tests of O-rings and O-ring Materials in Regard to the Relevance for the Application**

The lecture describes the method and the interpretation of compatibility tests, how they are generally applied for elastomere materials, and how they have proved their worth, especially for oil-compatibility tests. Furthermore it is shown, that these tests do not adequately represent typical service conditions of o-rings. Therefore compression set tests immersed in fluids, measured directly on o-rings, vulcanized under production conditions, are introduced as an effective way for fluid compatibility tests. It is shown by 4 examples, how already after comparatively short test periods essential information is gained to select the proper o-ring respectively to compare different recipes in regard to fluid compatibility.

#### ***Bewertung der Ergebnisse von Beständigkeits- und Alterungsprüfungen an O-Ringen bzw. O-Ring Werkstoffen unter anwendungstechnischen Gesichtspunkten***

  **DE**

Der Vortrag beschreibt die Methodik bzw. die Auswertung von Beständigkeitsprüfungen wie sie allgemein in der Elastomertechnik üblich ist und wie sie sich auch vielfach bewährt hat, insbesondere bei der Ölverträglichkeitsüberprüfung. Darüber hinaus wird aufgezeigt, dass diese die Anwendungsbedingungen von O-Ringen nicht ausreichend abbilden. Die Druckverformungsrestprüfung unter Medieneinfluss an O-Ringen, welche unter Serienbedingungen hergestellt wurden, wird hier als effektive Methode vorgestellt. An vier Beispielen wird gezeigt, wie damit schon nach vergleichsweise kurzer Prüfzeit entscheidende Hinweise für die O-Ring Auswahl bzw. bezüglich der Vergleichbarkeit verschiedener Rezepturen gewonnen werden können.

---

### **B 9**

**Dipl.-Ing. Tobias Gastauer**, Prof. Dr.-Ing. Bernd Sauer, MEGT, Technische Universität Kaiserslautern

#### **Wear Tests and Friction Tests on Elastomer Materials for Radial Shaft Seals**

For tribological testing of elastomeric materials the assembly of a, at the MEGT developed, Tribometer with circular contact is presented. The analysis respective the geometric and chronological sequence of the volumetric wear is described. A comparison between radial shaft seal and tribometer testing illustrates a good correlation in the geometric cutting line and the friction coefficient.

#### ***Reibungs- und Verschleißprüfungen von Elastomermaterialien für Radial-Wellendichtungen***

  **DE**

Zur tribologischen Prüfung von Elastomermaterialien wird der Aufbau eines am MEGT entwickelten Ringflächen-Tribometers mit der Probenherstellung vorgestellt. Die Auswertung bezüglich des geometrischen und zeitlichen Verschleißverlaufs am Ringflächen-Tribometer wird erläutert. Ein Vergleich von RWDR-Versuch und Ringflächen-Tribometer-Versuch zeigt eine gute Übereinstimmung in dem geometrischen Verschleißverlauf und Reibkoeffizienten.

**B 10**

**Dipl.-Ing. Mandy Wilke**, Dr.-Ing. Volkert Wollesen, Prof. Dr.-Ing. Otto von Estorff, Institut für Modellierung und Berechnung, TU Hamburg-Harburg

**Tests with Rotary Shaft Seals in Comparison to Tests with the RWDR-Tribometer**

**RWDR-Versuche und RWDR-Tribometerversuche im Vergleich**



The suitability of the RWDR-Tribometer as a model for the tribological behavior of the rotary shaft seal will be shown. Experiences from the industrial application of material pairings could be represented in a proper way. As a requirement for a dynamic standard test a test procedure, which enables a comparability of measuring results independent of the user, will be presented. Measurements according to the suggested test procedure were able to clearly show the influences of different oils in combination with an elastomeric material on friction moment and abrasion.

Im Rahmen dieses Beitrages wird die Eignung des RWDR-Tribometers als Modell für die tribologischen Verhältnisse des RWDR gezeigt. Erfahrungen aus dem industriellen Einsatz von Werkstoffpaarungen konnten abgebildet werden. Als Voraussetzung für einen dynamischen Standardtest wird eine Prüfprozedur zur Ermöglichung einer anwenderübergreifenden Vergleichbarkeit von Versuchsergebnissen vorgestellt. Durch Messungen gemäß der Prüfprozedur konnten verschiedene Öle in Kombination mit einem Elastomer im Reibmoment und Verschleiß unterschieden werden.

**B 11**

**Dipl.-Ing. Benjamin Klein**, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, Prof. Dr.-Ing. Bernd Bertsche, Institut für Maschinenelemente, Universität Stuttgart, Stuttgart

**Methods to Reduce the Test Effort of Life Tests of Radial Shaft Seals**

**Methoden zur Verringerung des Versuchsaufwands bei Lebensdauertests am Beispiel des Radial-Wellendichtrings**



The determination of the lifetime of radial shaft seals with tests is very costly in terms of time and number of test specimens. There are different methods known in reliability engineering to reduce this test effort. These methods are presented in this paper and their applicability for reliability tests of RSS is discussed.

Die Abschätzung der Lebensdauer von Radial-Wellendichtringen mittels Prüfstandversuchen ist mit einem enormen Testaufwand verbunden. Zur Reduktion des Testaufwands sind in der Zuverlässigkeitstechnik verschiedene Methoden bekannt. Diese Methoden werden in diesem Beitrag vorgestellt und auf ihre Anwendbarkeit für Lebensdaueruntersuchungen von RWDR diskutiert.

**B – Session 5: Application in Practice****B – Session 5: Anwendungsthemen****B 12**

**Dr.-Ing. Margrit Junk**, Institut für Luft- und Kältetechnik GmbH, Dresden, Germany  
Dr. rer. nat. Jan Hegewald, Hegewald & Peschke Meß- und Prüftechnik GmbH, Nossen, Germany

**Elastomere Sealings in Refrigeration Systems - Material Resistance towards Lubricant-Refrigerant-Mixtures**



In the field of refrigeration and air conditioning the compatibility and resistance of elastomeric materials is of particular importance. However, the knowledge towards the interaction of elastomers with refrigerants and lubricants is limited. Existing standards for the evaluation of elastomer compatibility are not sufficient considering the impact of refrigerant-lubricant-systems.

**Elastomerdichtungen in Kältemaschinen - Werkstoffbeständigkeit gegenüber Öl-Kältemittel-Gemischen**

Im Bereich Kälte- und Klimatechnik sind die Verträglichkeit und die Beständigkeit von Elastomeren von großer Bedeutung. Allerdings ist die Datenlage zur Wechselwirkung von Elastomeren mit Kältemitteln und Kältemaschinenölen dürrig. Bestehende Normen, die sich auf die Beständigkeitsuntersuchungen von Elastomeren beziehen, sind für Kältemittel-Öl-Systeme nicht ausreichend.

In the contribution adjusted testing methods and selected results are presented.

Im Tagungsbeitrag werden angepasste Prüfmethode sowie ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

**B 13**

**Dipl.-Ing. Eckart Günhe**, Heinz Blindzellner und Dipl.-Ing. Anton Parzefall, Dichtungstechnik  
Wallstabe & Schneider, Niederwinkling  
Dipl.-Ing. Michael Reichenmiller, ZF-Lenkssysteme, Schwäbisch Gmünd

**Development of Seals for Machined Grooves in Cast Parts**

There is no nonporous casting. The skin of the casting is very tight. Caused by mechanical processing of the groove for the sealing element these pores are opened.

A volumetric filling with synthetic resin, called Maldanern®, is possible. During the finishing operation however the pores in the groove are opened again.

Experimental, supported by FEM-method a new sealing cross section was developed. Independent of the compression ratio it seals the pores reliably. It is also more dimensional stable and safer against twisting than an o-ring and can also be safely assembled by an automat designed for o-rings.

**Entwicklung eines Dichtungsquerschnitts für bearbeitete Nuten in Gussgehäusen**



Porenfreien Guss gibt es nicht. Am dichtesten ist die Gusshaut. Beim mechanischen Einarbeiten der Nuten für das Dichtelement werden diese Poren freigelegt.

Ein volumetrisches Verschließen mit Kunststoff z.B. durch Maldanern® ist möglich. Bei der Endbearbeitung werden jedoch die Poren im Dichtbereich wieder freigelegt.

Empirisch mit Unterstützung der FEM-Methode wurde ein Dichtungsquerschnitt entwickelt, der unabhängig von der Verpressung die Poren im Nutgrundbereich sicher abdichtet, formstabiler und damit verdrillsicherer ist als der O-Ring und auf den für O-Ringe ausgelegten Automaten sicher montiert werden kann.

**B 14**

**Peter Thomsen**, Lannewehr + Thomsen GmbH & Co. KG, Harpstedt

**Follows of Relaxation of the Gasket to the Leakage and Perfect Mounting to the Longtime Function of the Flange System**

Flanges, gasket and bolts with nuts were fitted to a dividable system. This system has to be leakage free under all work-operations (TA-Luft aus BlmschG - Bundesimmissionsschutzgesetz, BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung, TRBS – Technische Regeln für Betriebssicherheit). The tightness of the system normally will be checked after the mounting. Most off the gaskets cause a lost of tightness because they loose substance and thickness under pressure (flowing/setting) and cause growing leakage. The lost of product and the necessarily retourning tests of tightness (TRBS) cost a lot of money, which could be reduced or saved. A lot of leakages are caused by fitting mistakes an can be avoided by using a good fitting instruction system.

It should be shown how to avoid costs of leakages by the right selection of gaskets, bolts/nuts and a safe fitting system. The costs for supervision, reducing harms for the environment by leakages can be reduced to a minimum.

**Folgen des Setzverhaltens der Dichtung auf die Leakage und optimale Montage auf die Dauerhaltbarkeit des Dichtsystems**



Flansche, Dichtung und Schrauben mit Muttern bilden ein lösbares Dichtsystem. Das Dichtsystem soll auf Dauer unter allen Betriebsbedingungen technisch dicht sein (TA-Luft aus BlmschG - Bundesimmissionsschutzgesetz, BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung, TRBS – Technische Regeln für Betriebssicherheit). Die Dichtheit des Dichtsystems wird in der Regel kurz nach der Montage und wiederkehrend geprüft (technisch dicht). Die meisten Flachdichtungen entspannen das Dichtsystem auf Dauer durch Setzen (Fließen) und verursachen steigende Diffusionen. Die aus dieser steigenden Leakage resultierenden Medienverluste und die regelmäßige Überwachung des Dichtsystems (TRBS) verursachen erhebliche Kosten, die reduziert werden können. Gleichzeitig ist bekannt, dass ein Großteil der Leckagen durch Montagefehler verursacht wird, welche es mittels einer soliden Verfahrensanweisung für die Montage des Dichtsystems zu verhindern gilt.

Mit dem Vortrag soll aufgezeigt werden, wie, durch richtige Dichtungs- und Schraubenauswahl sowie sichere Montage die Kosten für Überwachung und die Schäden für die Umwelt durch Leckagen auf ein Minimum reduziert werden können.

**B 15**

**Dr.-Ing. Robert Eberlein**, CTO, Angst+Pfister Group, Zurich, Switzerland  
 PhD Laurent Pupunat, Dr. rer. nat. Udo Buchholz, Adamant Technologies, La Chaux-de-Fonds, Switzerland

**Design Optimization of the Innovative DiaCell® Water Disinfection System**



This presentation focusses on design optimization of an innovative water disinfection system called DiaCell®. DiaCell® patented modules are cells, which contain BDD/Si electrodes. DiaCell® represents pressure resistant cells made of specific polymer depending on the applications (PP, PMMA, PPS, PVDF, etc.). Several configurations are possible, with a separation (membrane or diaphragm) or with bipolar electrodes. DiaCell® allow stack mounting of multi-compartments (from 1 to 4 compartments) in bipolar mode. One of Angst+Pfister's major tasks during development and optimization of DiaCell® modules was to guarantee structural integrity for the housing of all possible stack configurations including water tightness during long term operation. Many design aspects had to be analyzed in detail, e.g. dimensioning of the electrode stack housing, selection of suitable sealing elements in between the housing components and electrodes and assessment of the manufacturability of the involved polymer components among others.

**Gestaltoptimierung des innovativen Wasserdesinfektionssystems DiaCell®**

Diese Präsentation befasst sich mit der Design-Optimierung des Wasserdesinfektionssystems DiaCell®. Die patentierten DiaCell® Module bestehen aus Zellen, die BDD/Si Elektroden enthalten. DiaCell® steht für druckresistente Zellen, die je nach Anwendung aus verschiedenen Polymermaterialien gefertigt werden (PP, PMMA, PPS, PVDF, etc.). Mehrere Konfigurationen sind möglich, entweder mit einer Separation (z.B. durch Membranen) oder mit bipolaren Elektroden. DiaCell® gestattet die Montage von ein bis vier Kammern im bipolaren Modus. Eine der wichtigsten Entwicklungsaufgaben von Angst+Pfister während der Optimierung der DiaCell® Module war die Gewährleistung der Strukturintegrität für das Gehäuse einschliesslich aller Kammerkonfigurationen sowie Dichtheit im Langzeitbetrieb. Alle Komponenten wurden detailliert analysiert, z.B. die Dimensionierung des Kammergehäuses, die Auswahl geeigneter Dichtungselemente zwischen den Gehäuseteilen und Elektroden sowie eine Bewertung der Herstellbarkeit der Kunststoffkomponenten sowohl für Prototypen als auch für die Serienproduktion.

**B – Session 6: Rotary Shaft Seals****B – Session 6: Wellendichtungen****B 16**

**Dipl.-Ing. Bengt Wennehorst**, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll Institute for Machine Elements, Engineering Design and Tribology (IMKT), Leibniz Universität Hannover, Germany

**Investigations into the Tribological Characteristics of Radial Lip Seals – Results of Combined Lubricant Film Thickness and Friction Measurements**



Continuing earlier work, LIF (Laser Induced Fluorescence) based lubricant film thickness measurements have been conducted with radial lip seals. At the same time as the optical film thickness measurements were carried out, the seal friction torque was determined. Selected results of speed step experiments within the low-speed range of 0...100 rpm are presented for both new and run-in seals.

**Untersuchungen zur Tribologie von RWDR – Ergebnisse kombinierter Schmierfilmdicken- und Reibungsmessungen**

Ausgehend von früheren Arbeiten wurden mit der Methode der laserinduzierten Fluoreszenz (LIF) Schmierfilmdickenmessungen an Radialwellendichtungen durchgeführt. Zeitgleich mit den optischen Schmierfilmdickenmessungen wurde das Dichtungsreibmoment bestimmt. Sowohl für neue als auch für eingelaufene Dichtungen werden Ergebnisse von Drehzahlstufenversuchen vorgestellt, die bei niedrigen Drehzahlen im Bereich von 0...100 min<sup>-1</sup> durchgeführt wurden.



**B 17****BSME Stephen C. Hoeting**, SETCO Sales Company, Cincinnati, Ohio, USA**Compact Rotary Seal with Uniform Air Purge**

This paper outlines the design and development of a patented rotary air seal that is effective at protecting bearings in a wide range of harsh environments where other seals fail. Several design topics related to the rotary air seal are discussed, such as: testing seals, generating uniform air purge, quasi-contact sealing, and designing a more compact rotary air seal.

**Kompakte Wellendichtung mit Sperrluftunterstützung**

In dieser Abhandlung geht es um die Konstruktion und Entwicklung einer patentierten Gleitringdichtung mit Luftspülung, die zum effektiven Schutz von Lagern in vielen anspruchsvollen Umgebungen eingesetzt wird, in denen andere Dichtungen versagen. Es werden verschiedene Konstruktionsthemen im Zusammenhang mit der Gleitringdichtung mit Luftspülung behandelt, wie z. B.: Dichtungsprüfung, Erreichen einer gleichmäßigen Luftspülung, Quasi-Kontaktichtung und Konstruktion einer kompakteren Gleitringdichtung mit Luftspülung.

**B 18****Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Wolfgang Dürnegger**, SB LiMotive Germany GmbH, Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. Habil. Werner Haas, Institut für Maschinenelemente (IMA), Universität Stuttgart**Operating Performance of Rotary Shaft Seals in Grease Application****Betriebsverhalten fettabdichtender Radial-Wellendichtringe**

Rotary shaft seals can be used for reliable sealing of lubricating grease. The tribological system requires a detailed adjustment of all system-building components. In this case the structural shape, radial force and material properties have to be fitted to the requirements of the counterface and grease characteristics. Complex fluid behavior of consistent lubricants and varied interactions considerably effects the experimental procedure and complicates the interpretation of results. For the purpose of integral description of rotary shaft seals in grease application further research is necessary.

Radial-Wellendichtringe können zur zuverlässigen Abdichtung von Schmierfetten eingesetzt werden. Das tribologische System erfordert jedoch eine detaillierte Abstimmung aller systembildenden Komponenten. Neben der RWDR-Bauform, Radialkraftanpassung und Werkstoffauswahl ist hierbei eine Abstimmung auf die Dichtungslaufläche und das abzudichtende Schmierfett essentiell. Das komplexe und meist chaotische Fluidverhalten konsistenter Schmierstoffe und die mannigfaltigen Wechselwirkungen erschweren die Versuchsdurchführung und Interpretation der Ergebnisse in erheblichem Maß. Im Sinne einer ganzheitlichen Beschreibung fettabdichtender RWDR sind weiterführende grundlagenbasierte Forschungsaktivitäten notwendig.

**B 19****Dipl.-Ing. Univ. Matthias Kies**, Dipl.-Ing. ETH Tobias Gwehenberger, ABB Turbo Systems Ltd, Baden, Switzerland**Non-contacting shaft seals in turbochargers**

Shaft seals for turbochargers are expected to minimize the blow-by from the compressor and turbine into the bearing casing as well as the oil transport out of the bearing casing. The state-of-the-art is illustrated by the relevant flow of fluids in radial and axial turbochargers. An example from a practical application demonstrates the development methods used to optimise non-contacting turbocharger shaft seals, including oil carbonization issues.

**Berührungsfreie Wellendichtungen in Turboladern**

Wellendichtungen für Turbolader müssen sowohl den Blow-by von Verdichter und Turbine in das Lagergehäuse möglichst gering halten, als auch den Öltransport aus dem Lagergehäuse heraus verhindern. Der Stand der Technik wird anhand der dichtungstechnisch relevanten Fluidströme im Radial- und Axialturbolader aufgezeigt. Ein Beispiel aus der Praxis erläutert die angewandten Entwicklungsmethoden zur Verbesserung von berührungslosen Turbolader-Wellendichtungen inkl. Ölverkokungseinflüsse.

**B – Session 7: Energy Conservation/Friction/Wear****B – Session 7: Energieeinsparung/Reibung/Verschleiß****B 20**

**Dipl.-Ing. Walter Igers**, Dipl. Ing. Thomas Papatheodorou, Parker Hannifin GmbH, Packing Division Europe, Bietigheim-Bissingen

**Improvement of the Friction Behaviour at Hydraulic Piston Rod Seals****Reibungsoptimierung bei Hydraulik-Stangendichtungen**


The new piston rod seal profile HL supports the producers of hydraulic system devices and their users in their ambition to generate friction optimized systems. The new activation principle of the cascade pressure activation create a very low friction in all imaginable conditions. Even under low surface speeds the risk of stick slip effects will be excluded. High break-off friction after long period of rest will be clearly reduced. In addition to this, there will be an advantage in a lower wear behavior and a higher energy saving due to the generated reduced friction forces of the piston rod seals type HL versus common U-cup profiles. In addition to the optimized friction function the seal profile HL serves the Customer appropriate aid to reduce his operating expenses.

Das neue Dichtungsprofil HL unterstützt die Hersteller fluidtechnischer Anlagen und deren Anwender im Streben nach reibungsoptimierten Systemen. Das neue Wirkprinzip der stufenweisen Druckaktivierung sorgt für äußerst geringe Reibung in allen erdenklichen Betriebszuständen. Hierdurch wird selbst bei langsamen Verfahrensgeschwindigkeiten das Risiko des Ruckgleitens nahezu ausgeschlossen. Hohe Losbrechkräfte nach längerer Stillstandszeit können deutlich reduziert werden. Zusätzlich werden durch die geringe Reibung Vorteile im Verschleißverhalten und in der Energieeinsparung gegenüber herkömmlichen Nutringen erzielt. Neben der reibungsoptimierten Funktion bietet das Dichtungsprofil HL damit dem Kunden ein adäquates Mittel, seine Betriebskosten deutlich zu senken.

**B 21**

**Dipl.-Ing. Bernd Baas**, Dr.-Ing. Guido J. Wüstenhagen, Merkel Freudenberg Fluidtechnik GmbH, Hamburg, Germany

**Energy Saving with Seals for Heavy Industry****Energieeinsparung mit Dichtungen für die Schwerindustrie**


In the heavy industry possible primary and secondary energy savings should be considered separately. Primary energy savings reduce the power consumption of the facility during operation; whereas secondary energy savings reduce the energy consumption in total by optimising the facility's downtimes. This paper shows the potential of both types of energy savings.

Since friction – hence primary energy loss – can cause severe damage to a sealing system due to high temperatures and abrasion, it is the seal designer's own and main interest to chose an energy saving design. This is the basis for further savings later in production. Since downtimes of a facility – hence secondary energy losses – are costly and unwanted, it is the operator's main interest to reduce these downtimes and often correlating maintenance efforts. One way to focus on this issue is the use of suitable sealing systems for the specific facility's environment, which can be realised by the appropriate application consulting of the seal supplier.

Based on these findings, this paper describes examples of how to create and how to use energy saving potentials in the heavy industry for both, the operator and the seal designer.

In der Schwerindustrie sollten mögliche primäre und sekundäre Energieeinsparungen separat betrachtet werden. Primäre Energieeinsparungen reduzieren den Energieverbrauch einer Anlage während des Betriebs. Sekundäre Energieeinsparungen hingegen verringern den Gesamtenergiebedarf einer Anlage durch Reduzierung der Ausfallzeiten. Die vorliegende Veröffentlichung zeigt Energiespar-Potentiale auf, die in beiden Bereichen erzielt werden können.

Da Reibung – folglich primärer Energieverlust – Dichtsysteme durch erhöhte Temperatur und Abrasion ernsthaft schädigen können, ist es eigenes und primäres Interesse des Dichtungsdesigners, ein energiesparendes Design für den Dichtung zu finden. Dies ist letztendlich die Basis für weitere Energieeinsparungen später beim Betreiber. Da Stillstandszeiten einer Anlage – folglich sekundärer Energieverlust – kostspielig und unerwünscht sind, ist es primäres Interesse des Betreibers, diese Ausfallzeiten und die damit oftmals verbundenen Wartungskosten auf ein Minimum zu begrenzen. Ein Weg dies zu tun, ist die Wahl eines geeigneten Dichtsystems für die spezielle Anwendung in der Schwerhydraulik. Die beste Umsetzung dabei ist das Vertrauen auf die Beratungskompetenz und die Produkte eines geeigneten Dichtungslieferanten.

**B 22**

**Dr.-Ing. Eberhard Bock**, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik GmbH & Co. KG, Weinheim

Isabelle Raclot, Dominique Lutaud, Freudenberg SAS, Langres, Frankreich

**POP®: Friction Reduced PTFE Engine Oil Seals**

**POP®: Reibungsoptimierte PTFE-Simmerringe**

  **DE**

Emission reduction is required by law. The next milestone is the CO<sub>2</sub> reduction of passenger cars down to 120 g/km. The main oil seal in the combustion engine causes in the NEDC roughly 0,8 g/km CO<sub>2</sub>. If we succeed in reducing the friction of all the dynamic seals in the drive train several grams of CO<sub>2</sub> can be avoided. The new Simmerring with friction reduced PTFE sealing lip presented in this paper represents an important step.

Die gesetzlichen Auflagen zur Reduzierung der Emissionen steigen laufend. Der nächste Meilenstein ist die Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Pkw auf 120 g/km. Allein der Radialwellendichtring herkömmlicher Bauart am hinteren Kurbelwellenende verursacht im NEFZ ca. 0,8 g/km CO<sub>2</sub>. Gelingt es, die Reibung aller dynamischen Dichtungen im Antriebsstrang um 30% zu reduzieren, so hilft dies, mehrere Gramm CO<sub>2</sub> einzusparen. Mit dem in diesem Beitrag vorgestellten neuen Simmerring mit reibungsreduzierter PTFE-Dichtlippe ist ein wichtiger Schritt gelungen.

**C – Session 8: Closing Lectures****C – Session 8: Abschlussvorträge****C 1**

**Dipl.-Ing. Ringo Nepp**, Dr.-Ing. Patrick Moldenhauer und Prof. Dr.-Ing. Matthias Kröger, Technische Universität Bergakademie Freiberg

**Influence of Starting Friction on the Dynamic Behaviour of O-ring Seals**

**Einfluss von Losbrechkräften auf das dynamische Verhalten von O-Ring-Dichtungen**

  **DE**

The purpose of this work is the experimental investigation of the system dynamics of axially moved seals with the main focus on the contact description. Besides, the dependence of the breakaway forces on the holding time, the velocity and the acceleration plays an important role. This dependence is examined by a new seal test rig which is designed out especially to realise fast velocity changes.

Ziel dieser Arbeit ist die experimentelle Untersuchung der Systemdynamik von axial bewegten Dichtungen mit dem Schwerpunkt auf die Kontaktbeschreibung. Dabei spielt die Abhängigkeit der Losbrechkräfte von der Haftzeit, der Geschwindigkeit und der Beschleunigung eine besondere Rolle. Diese Abhängigkeiten werden durch einen neuen Dichtungsprüfstand untersucht, der besonders darauf ausgelegt ist, schnelle Geschwindigkeitsänderungen zu realisieren.

**C 2**

**Dipl.-Ing. Heinz Mutterer**, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik, Weinheim, Germany  
Dr.-Ing. Guido Wüstenhagen, Merkel Freudenberg Fluidtechnik, Hamburg, Germany  
Dr.-Ing. Ulrich Frenzel, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik, Weinheim, Germany

**Sealtronic® – Systematic Approaches with Smart Seals**

**Sealtronic® – Systematic Approaches with Smart Seals**

  **EN**

Increasing demand for higher system availability and prevention of unintended downtime stimulated condition monitoring to become state of the art in more and more industries to enable condition based maintenance.

The paper describes the strategies of a seal technology specialist how to contribute this challenge with different applications from basic implementation to intelligent seal solutions with added functionalities.

Verursacht durch erhöhte Anforderungen bezüglich der Verfügbarkeit von Systemen und der Vermeidung von ungeplanten Stillstandszeiten wird Zustandsüberwachung in immer mehr Industriebereichen Stand der Technik.

Der Artikel beschreibt die Strategien eines Dichtungstechnologie-Spezialisten, diesen Anforderungen in verschiedenen Anwendungen gerecht zu werden, von der einfachen Integration bis hin zu intelligenten Dichtungen mit integrierten Zusatzfunktionen.

**Z – Additional Contributions Included in the Proceedings****Z – Zusätzliche im Tagungsband enthaltene Beiträge****Z 1**

**Dipl.-Ing. Johannes Kümmel**, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas Institut für Maschinenelemente (IMA) der Universität Stuttgart

**Behavior of Grease in Non Contact Seals*****Mit fettgefüllten berührungsfreien Wellendichtungen gegen Schmutz abdichten***

In many applications sealing systems are heavily polluted from the outside. In this case, grease filled non-contact seals are typically used. The grease is supposed to prevent the dirt from penetrating through the sealing system. At the Institute of Machine Components, testes have been done, where the operation performance of grease filled sealing gaps was determined. Results are described.

Bei vielen Anwendungen sind Wellendurchtrittsstellen abzudichten, die von außen stark verschmutzt werden. In der Praxis werden hier fettgefüllte berührungsfreie Wellendichtungen (BFWD) eingesetzt. Das Fett soll den Schmutz am Durchdringen der Dichtspalte hindern. Da es in der Literatur nur wenig Informationen über die Gestaltung von fettgefüllten BFWD gibt, werden hierzu am Institut für Maschinenelemente Untersuchungen durchgeführt. Im Manuskript sind Ergebnisauszüge beschrieben.

**Z 2**

**Yaming Wang**, Lan Liu, Yuanfang Luo, Demin Jia, Bing Peng and Wentao Wu, Guangzhou Mechanical Engineering Research Institute, Guangzhou, Guangdong, P.R. China

**Structure and properties of fluoroelastomer reactive blends with polyphenol hydroxy EPDM*****Struktur und Eigenschaften von reaktiven Fluorelastomer-Mischungen mit Polyphenol Hydroxyl EPDM***

Improving low temperature resistance of fluoroelastomer (FKM) through rubber blending method is an attractive subject for the relative researchers. The actuality is that compatibility and co-vulcanization between FKM and the other elastomers is still a difficult problem to be solved. In this paper, the FKM reactive blends with polyphenol hydroxyl EPDM(PHEPDM) are prepared by traditional rubber mixing and vulcanizing process. The morphology of FKM/PHEPDM reactive blends is studied by transmission electron microscopy (TEM). The properties such as glass transition temperature and thermal stability are respectively studied by dynamic mechanical analysis(DMA) and thermogravimetric analysis (TGA). Tensile strength and elongation at break before and after aging are studied. Tear strength at different temperatures is also investigated.

Das Verbessern der Kältebeständigkeit von Fluorelastomer (FPM) durch Mischen mit anderen Elastomeren ist für Forscher ein attraktives Thema. In der Praxis ist die Kompatibilität und die Covulkanisierbarkeit zwischen FPM und anderen Elastomeren allerdings immer noch ein großes Problem. In diesem Beitrag werden reaktive FPM Mischungen mit Polyphenol Hydroxyl EPDM (PHEPDM) klassisch durch Mischen und anschließendes Vulkanisieren erzeugt. Die Struktur der reaktiven FPM/PHEPDM Mischungen wird unter dem Transmissionselektronenmikroskop (TEM) betrachtet. Die Glasübergangstemperatur und die thermische Beständigkeit werden durch eine dynamisch mechanische Analyse (DMA) bzw. eine thermogravimetrische Analyse (TGA) bestimmt. Die Mischungen werden bei verschiedenen Temperaturen gealtert, Zugfestigkeit und Bruchdehnung vorher und nachher werden verglichen. Zusätzlich wird die Reißfestigkeit bei verschiedenen Temperaturen untersucht.