

SYMPOSIUM 2016

FACHTAGUNG

TRIBOLOGIE IN INDUSTRIE UND FORSCHUNG

**Verschleißschutz, Instandhaltung und
Anlagenzuverlässigkeit**

TRIBOLOGY IN INDUSTRY AND RESEARCH

Wear Protection, Maintenance and Plant Reliability

Linz, A

22./23. November 2016



ÖSTERREICHISCHE TRIBOLOGISCHE GESELLSCHAFT



TRIBOLOGIE IN INDUSTRIE UND FORSCHUNG

**Verschleißschutz, Instandhaltung und
Anlagenzuverlässigkeit**

TRIBOLOGY IN INDUSTRY AND RESEARCH

**Wear Protection, Maintenance and Equipment
Reliability**

VORTRAGSUNTERLAGEN PROCEEDINGS

SYMPOSIUM 2016

der

**ÖSTERREICHISCHEN TRIBOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
WIENER NEUSTADT**

22./23. November 2016

Die Herausgabe der Vortragsunterlagen wird dankenswerter Weise gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Friedrich FRANEK
Dipl.-Ing. Dr. Andreas PAUSCHITZ
Dipl.-Ing. Dr. Ewald BADISCH

Eigentümer und Verleger:

ÖSTERREICHISCHE TRIBOLOGISCHE GESELLSCHAFT
Viktor-Kaplan-Str. 2/C, A 2700 Wiener Neustadt,
Tel.: +43 (0)676 84516 2300, FAX: +43 1 253 3033 9100

ISBN 978-3-901657-54-2 (Buch)

Gestaltung:

Matthias LIND, Martina GANTAR-HOFINGER

Druck:

Druckerei Ferdinand Berger & Söhne Gesellschaft m.b.H.
Wiener Straße 128, A 3580 Horn

Der Inhalt dieses Tagungsbandes ist im Wege des ÖTG-Sekretariates auch auf CD (ISBN 978-3-901657-55-9) erhältlich!

TRIBOLOGIE IN INDUSTRIE UND FORSCHUNG

VORWORT

Tribologie – „Wissenschaft und Technik von aufeinander einwirkenden Oberflächen in Relativbewegung“ – feiert im Jahr 2016 das **50-Jahr-Jubiläum** ihrer „Geburtsstunde“: Am 09. März 1966 wurde im Britischen Parlament der „Jost-Report“ offiziell vorgestellt, der diesen neuen Begriff prägte. Dies war zugleich Signal und Auftrag, im Hinblick auf die Wirkungen von Reibung und Verschleiß Zusammenhänge neu zu überdenken, Erkenntnisse zu erschließen, Erfahrungen in ihrer Gewichtung neu zu strukturieren und Fachgebiete zu integrieren. Aufgrund der bedeutenden (volks-)wirtschaftlichen Auswirkungen hat die Tribologie in den vergangenen 50 Jahren vielfältige Forschungsinitiativen ausgelöst und war auch in Österreich treibende Kraft für entsprechende Aktivitäten, nicht zuletzt für die **Gründung der Österreichischen Tribologischen Gesellschaft im Oktober 1976, also vor 40 Jahren!**

Wissenschaftliche Methoden, höchst anspruchsvolle, spezialisierte Forschungsansätze und die daraus erarbeiteten Lösungen unterstützen die vielfältigen Aufgabenstellungen der modernen industriellen Technologien. Gefordert sind hier insbesondere Ingenieure im Hinblick auf die anwendungsgerechte – zumeist tribologie-optimierte – konstruktive Gestaltung in Verbindung mit einer adäquaten Werkstoffwahl bzw. -modifikation, der optimierten Oberflächengestaltung sowie der Verwendung funktioneller Schmierstoffe. Ebenso ist v. a. bei Produktionsanlagen die „runability“ – die erhöhte Prozesssicherheit (bei gleichzeitig reduzierten Kosten) – eine wesentliche, mit tribotechnischen Methoden der Instandhaltung und des Verschleißschutzes zu bewältigende Aufgabe.

Seit etwa zehn Jahren kooperiert die voestalpine Stahl auf dem Gebiet der Verschleißbekämpfung und Anlagentechnik mit dem Österreichischen Kompetenzzentrum für Tribologie in Wiener Neustadt (AC2T research GmbH, seit Herbst 2015 mit einer Geschäftsstelle im Techcenter Linz vertreten). Wichtige Forschungsthemen sind die anlagenspezifischen Anwendungen von Schmierstoffen und deren Zustandsanalyse mit dem Hauptaugenmerk auf die strukturierte systematische Gewichtung verschleißrelevanter Themen. Auf **Einladung der voestalpine Stahl GmbH** findet das ÖTG-Symposium 2016 im **Gästehaus der voestalpine in Linz** statt.

Das **ÖTG-Symposium 2016** bietet Vorträge bzw. Poster-Präsentationen von Fachleuten aus der industriellen Praxis und von Forschungsinstitutionen, eine Fachausstellung, z. B. für einschlägige Verfahren, Mess- und Analysetechniken und weiters die Möglichkeit, die Stahlwelt Linz sowie die AC²T-Geschäftsstelle (Techcenter Linz) zu besichtigen.

PREFACE

Tribology – „science and technology of interacting surfaces in relative motion“ – in 2016 celebrates the **50 years anniversary** of its „birthday“: On 09 March 1966 the „Jost-Report“ has officially been presented to the British Parliament. This report coining this new concept, was both a signal and request, regarding the effects due to friction and wear, to follow a new approach in considering relations and gaining knowledge, to restructure experiences according to their emphasis and to integrate disciplines. During the past 50 years Tribology, due to its huge (macro-)economic impact, has triggered various research initiatives being a driving force for proper activities also in Austria, not least the **foundation of the Austrian Tribology Society 40 years ago**, in Oct. 1976.

Scientific methods, highly sophisticated, specialized research approaches and the solutions developed thereof support the diverse tasks in modern industrial technologies. This is a challenge in particular for engineers with regard to the application-oriented – i.e. mostly tribology-optimized – design in conjunction with an appropriate choice/modification of materials, the application-oriented design of surfaces and the use of functional lubricants. At the same time the increased „runability“, i.e. the expanded process safety (mostly requested though the costs have concurrently to be reduced) of production is an essential task of plant engineering to be managed mainly on the basis of tribotechnical methods focusing on maintenance and wear protection.

Since about ten years voestalpine Stahl has been cooperating on wear control and plant technology with the Austrian Centre of Competence for Tribology in Wiener Neustadt (AC2T research GmbH, operating a branch office in the Techcenter Linz since fall 2015). Important research topics are the plant-specific applications of lubricants and its condition analysis, mainly focusing on structured systematic assessment of wear issues. **At the invitation of voestalpine Stahl GmbH**, the ÖTG Symposium 2016 is held in the **voestalpine Guest House in Linz**.

The **ÖTG Symposium 2016** offers lectures or poster presentations by experts from the industry and research institutions as well as a technical exhibition, e.g. for relevant procedures, measurement and analysis techniques, furthermore the possibility to visit the „Stahlwelt Linz“ and the AC²T Office in the Techcenter Linz.

Haftungsausschluss

Der Inhalt dieser Publikation, insbesondere Daten, Diskussionsbeiträge und zusammenfassende Feststellungen, wie sie von den Autoren präsentiert werden, dient lediglich der Information und ist nicht für die Verwendung durch potenzielle Anwender ohne unabhängige und umfassende Untersuchungen vorgesehen. Die von den Autoren vertretenen Meinungen sind nicht notwendiger Weise in Übereinstimmung mit jener der Österreichischen Tribologischen Gesellschaft als Medieneigentümerin, die in keiner Weise verantwortlich ist für die Inhalte der einzelnen Beiträge. Dies gilt in analoger Weise auch für die Herausgeber.

Disclaimer Note

The content of this publication, data, discussions and conclusions presented by the authors are for information only and are not intended for use without independent substantial investigations on the part of potential users. Opinions expressed by the authors are not necessarily in accordance with The Austrian Tribology Society as the publishing house who is not responsible for any statement in this publication. This applies similarly to the editors.

Urheberrecht (Copyright) Information

Alle Rechte vorbehalten entsprechend der Universal Copyright Convention (UCC)! Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne im Voraus bei den Urheberrechts-Eigentümern (Autoren der Fachbeiträge oder sonstiger Text- und Bildbeiträge wie auch Formatgestalter des vorliegenden Tagungsbandes) eingeholte schriftliche Genehmigung vervielfältigt, in Abfragesystemen gespeichert oder in irgendeiner Form bzw. mit Hilfe irgendeiner technischen Einrichtung übertragen werden, sei es durch mechanische, elektrische, elektronische, optische oder sonstige Einrichtungen, durch Fotokopieren, Datenspeicherung oder irgendwelche andere Verfahren. Ausgenommen davon ist lediglich die angemessene Verwendung für Zwecke privater Studien, Forschungen, Rezensionen, Besprechungen/ Kommentare und kritischer Diskussionen. Unlizenziertes Kopieren des Inhalts dieser Publikation ist gesetzlich verboten.

Copyright information

All rights are reserved for this publication, which is copyright according the Universal Copyright Convention (UCC)! Excepting only any fair dealing for the purpose of private study, research, review, comment and criticism, no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, mechanical, electrical, electronic, optical, photocopying, recording or otherwise, without the prior expressly permission of the copyright owners (which applies to the authors of the scientific/technical papers and of any texts and graphics as well as to the format designers of the present proceedings). Unlicensed copying of the contents of this publication is illegal.

ÖTG-SYMPOSIUM 2016

TRIBOLOGIE IN INDUSTRIE UND FORSCHUNG
Werkstoffe, Konstruktion und Technologie

| | |
|--|-----------|
| GESTEIGERTE PRODUKTIVITÄT BEIM KLASSIEREN DURCH MAßGESCHNEIDERTE HOCHLEISTUNGSSCHICHTEN | 3 |
| <i>M. Kirchgaßner, R. Kirchmayer, K. Adam, M. Varga, L. Widder</i> | |
| TRIBOLOGIE – DER WEG ZUR GEZIELTEN EFFIZIENZSTEIGERUNG IN DER ANLAGENTECHNIK | 13 |
| <i>K. Adam, R. Wimberger, A. Grafl, E. Badisch</i> | |
| OBERFLÄCHENCHARAKTERISIERUNG DURCH HOCHAUFLÖSENDE OPTISCHE 3D-MESSTECHNIK | 23 |
| <i>H. Geidl-Strallhofer</i> | |
| WÄLZLAGER FÜR ZINKBADANWENDUNGEN IN BANDBESCHICHTUNGSANLAGEN | 25 |
| <i>G. Deinhofer, A. Schildberger</i> | |
| TROCKENE GEWINDEBESCHICHTUNG SUBSTITUIERT GEWINDEPASTE UND VERBESSERT TRIBOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN BEIM VERSCHRAUBEN VON ÖLFELDROHRGEWINDEVERBINDUNGEN | 33 |
| <i>H. Zacharias, T. Schalkhammer, M. Schaffer, P. Winkler, J. Klarner</i> | |
| HAFTREIBWERTERHÖHUNG DURCH HÄRTEGRADIERTE OBERFLÄCHENSTRUKTUREN – EIN ANWENDUNGSBEISPIEL | 43 |
| <i>A. Diem, S. Klien, I. Velkavrh, J. Voyer, F. Ausserer</i> | |
| VERSCHLEISSGÜNSTIGE WERKSTOFFAUSWAHL FÜR DEN HBI-TRANSPORT IN DER STAHLINDUSTRIE | 51 |
| <i>W. Molnar, A. Nevsad, K. Adam, T. Bürgler, E. Badisch</i> | |
| ANWENDUNGS-/KUNDENORIENTIERTE ENTWICKLUNG VON VERSCHLEIßFESTEN DECKPLATTEN FÜR FÖRDERGURTE AM BEISPIEL D50 UND WEITERENTWICKLUNG SPEZIFISCHER EIGENSCHAFTEN | 59 |
| <i>H.-J. Henze</i> | |
| SPEZIFISCHE ASPEKTE VON POLYMEREN IN GLEITLAGERSYSTEMEN | 69 |
| <i>A. Diem, S. Klien, J. Voyer, F. Ausserer, I. Velkavrh</i> | |
| HOCHTEMPERATURVERSCHLEIß VON ANLAGEN UND DESSEN EXPERIMENTELLE SIMULATION | 77 |
| <i>M. Varga, K. Adam, E. Badisch</i> | |
| VERSCHLEIßVERHALTEN VON DLC-SCHICHTEN IM OSZILLIERENDEN GLEITKONTAKT | 87 |
| <i>M. Adler, S. Spiller, E. Badisch</i> | |

| | |
|--|------------|
| CHARAKTERISIERUNG VON SCHMIERSTOFF-BEDINGTEN BELÄGEN AN LAGEROBERFLÄCHEN | 97 |
| <i>R. Franz, A. Grafl, K. Adam, B. Pertl</i> | |
| VERGLEICH CHARAKTERISTISCHER PARAMETER DES ABBOTT-FIRESTONE- DIAGRAMMS FÜR EIN KINEMATISCHES PAAR MIT KONFORMEM KONTAKT | 105 |
| <i>J. Mikołajczyk</i> | |
| SMOOTH PARTICLE SIMULATION OF A SCRATCH TEST AND OF MESOSCALE ABRASION | 111 |
| <i>S. Leroch</i> | |
| MOLECULAR DYNAMICS INVESTIGATION OF ENGINE LUBRICATION | 115 |
| <i>K. Gkagkas, V. Ponnuchamy</i> | |
| A MINIMAL SET OF ROUGHNESS PARAMETERS CHARACTERISING AN ENGINEERING SURFACE | 123 |
| <i>I. Ristic, L. Katona, A. Vernes</i> | |
| JOURNAL BEARING SYSTEMS: EFFECT OF LUBRICANT VISCOSITY ON FRICTIONAL LOSSES AND LIFETIME PERFORMANCE | 127 |
| <i>F. Summer, F. Grün, M. Offenbecher, S. Taylor, E. Lainé</i> | |
| OPTIMISED WATER SEPARATION ABILITIES OF CIRCULATION OILS OF PLAIN BEARINGS OF SUPPORT ROLLERS FOR HOT STRIP MILLS IN STEEL INDUSTRY | 135 |
| <i>L. Xu, W. Fritz, F. Reichmann</i> | |
| SIMULATIVE INVESTIGATIONS OF HIGHLY LOADED CONTACTS CONSIDERING SURFACE ROUGHNESS | 145 |
| <i>J. Moder, F. Grün</i> | |
| WEAR DETECTION BY ACOUSTIC EMISSIONS | 153 |
| <i>P. Bergmann, F. Grün, G. Stadler</i> | |
| TRIBOMETROLOGICAL CHARACTERISATION OF COMPLEXLY LOADED SLIDING SYSTEMS IN WORM GEARS | 161 |
| <i>U. Cihak-Bayr, R. Jisa, B. Pfeil, U. Hofmann, M. Kirchmaier, F. Franek</i> | |
| CORROSION OF HIGH ALLOYED STEELS INVESTIGATED BY HIGH-TEMPERATURE CYCLIC VOLTAMMETRY AND HIGH-TEMPERATURE CORROSION TESTING | 171 |
| <i>A. Sikora, H. Rojacz, K. Adam, L. Krabac, M. Varga, G. Fafílek</i> | |
| DURABILITY OF TRIBOFILMS IN THE PISTON RING - CYLINDER LINER CONTACT MEASURED IN REAL TIME | 181 |
| <i>S. Spiller, T. Wopelka, C. Lenauer, M. Jech</i> | |
| AC²T-FORSCHUNGSSTANDORT LINZ: AUFGABEN UND ZIELSTELLUNGEN | 189 |
| <i>M. Jech, U. Stoiber, A. Pauschitz, F. Franek</i> | |

VERGLEICH CHARAKTERISTISCHER PARAMETER DES ABBOTT-FIRESTONE-DIAGRAMMS FÜR EIN KINEMATISCHES PAAR MIT KONFORMEM KONTAKT

J. MIKOŁAJCZYK ¹

1 EINFÜHRUNG

Die auf dem Kraftstoff- und Schmierstoffmarkt erhältlichen Öle sind trotz ihrer Vorteile nicht imstande, besonders unter extremen Arbeitsbedingungen der jeweiligen tribologischen Systeme, den Problemen ungenügender Schmierung der Reibungsbereiche der interagierenden Elemente oder der Vermeidung des sog. „Kaltstart“-Phänomens, das während des Anlaufs von Anlagen auftritt, gerecht zu werden. Für derartige Anforderungen kann die Veredelung der eingesetzten, handelsüblichen Öle wirkungsvoll sein, indem man spezielle Schmierstoffzusätze einbringt. Die Formulierungen bilden infolge physikalischer oder chemischer Sorption eine tribologisch wirksame Grenzschicht auf interagierenden Elementen. In diesem Beitrag wurde der Versuch unternommen, die Wirksamkeit einer Mischung von zwei Betriebspräparaten bei einem konformen Tribokontakt zu beurteilen.

2 UNTERSUCHUNGSMETHODIK

2.1 Kinematisches Paar (Reibpaarung)

Bei den Untersuchungen wurde als Material für die Grundkörper (Probekörper) Stahl 102Cr6 mit der Härte 40 HRC verwendet, der Gegenkörper wurde aus Stahl X210Cr12, gehärtet auf 60 HRC, angefertigt. Die Härte des Gegenkörpers übersteigt eindeutig (um 50%) die Härte der Probekörper. Demzufolge treten Zustandsveränderungen der geometrischen Struktur der Oberfläche vor allem in der oberen Schicht der Probekörper auf. Die Probekörper interagieren mit dem Gegenkörper bei einer auf die Reibpaarung aufgetragenen Belastung von 600 N, was an der Reibfläche der Probekörper mit dem Gegenkörper, die 300 mm² betrug, theoretischen Drücken im Spitzenbereich von 2,0 MPa entspricht.

Auf Abbildung 1 ist das allgemeine Prinzip der Interaktion des Kinematikpaares – Grundkörper mit Gegenkörper – dargestellt. Auf der Stirnfläche des Probenhalters (Befestigungsbuchse (3)) der Probekörper werden die zu untersuchenden Probekörper (2) starr in drei Aussparungen, die am Umfang je 120° versetzt ausgeführt wurden, befestigt. Auf diese Art und Weise erhält man einen dreiflächigen Kontakt mit gleichmäßig verteiltem Anpressdruck der interagierenden Elemente. Die

¹ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Pile, PL, waleria21@gazeta.pl

Normalkraft im Tribokontakt kommt durch Federspannung zustande. Der Gegenkörper (1) führt eine oszillierende Relativbewegung aus.

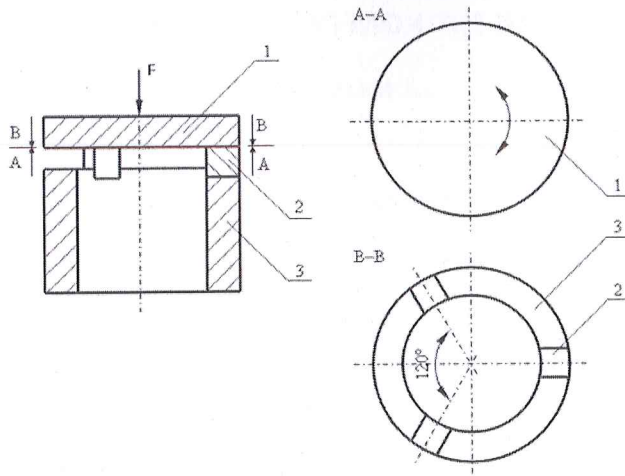


Abbildung 1: Schema der Interaktion der Probekörper mit dem Gegenkörper: 1 – Gegenkörper, 2 – Probekörper, 3 – Befestigungsbuchse (Probenhalter)

2.2 Tribometer

Für die tribologischen Untersuchungen wurde der Prüfstand (Abbildung 2) verwendet, der an der Fakultät für Maschinenbau der UTP (University of Science and Technology) in Bydgoszcz entworfen und angefertigt wurde. Die zu untersuchenden Probekörper (5) wurden in den drei Aussparungen (je 120° versetzt) in der Stirnfläche der Feststellbuchse (6) befestigt. Dadurch erhält man einen sicheren und gleichmäßigen dreiflächigen Anpressdruck der interagierenden Elemente, der durch eine Feder (7) zustande kommt.

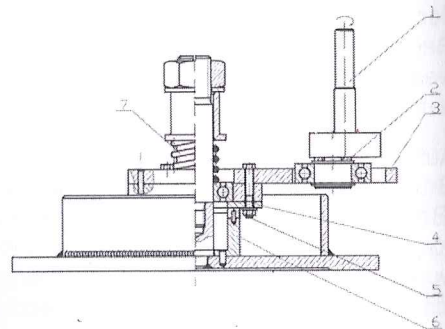
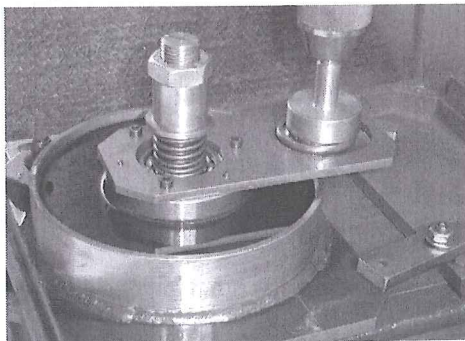


Abbildung 2: Mechanischer Teil des Prüfstandes: a) Ansicht des Hauptteils des Tribometers, b) Konstruktionszeichnung (Beschreibung im Text)

Die Probekörper werden starr in der Buchse befestigt, die Relativbewegung (Oszillation) wird vom Gegenkörper (4) ausgeführt. Die auf den entsprechend gelagerten Gegenkörper zu übertragende Oszillationsbewegung wird – durch Umwandlung einer Drehbewegung in eine lineare Bewegung – mithilfe des Hebels (3) und des Exzenters (2) erreicht. Die Relativbewegung zwischen Probekörper und Gegenkörper (Schwingweite – elementare Gleitstrecke) kann dadurch verändert werden, dass der Exzenter mit verschiedenen Achsabständen an der Schwingachse angelenkt werden kann. Um den Verschleiß der Prüfstandbauteile zu minimieren, wirkt der Exzenter auf den Hebel über einen Wälzlager.

Die entsprechenden Belastungswerte erhält man durch Veränderung der Feder- spannung (7). Zuzufolge des Einsatzes einer Feder ist die Prüflast konstant über der Zeit. Durch Verwendung von Federn mit verschiedener Federkennlinie kann man den Verstellbereich des Anpressdrucks erweitern.

Im Rahmen der Modernisierung seines elektrischen Teils wurde der Prüfstand mit einem Schaltschrank mit folgenden Hauptbestandteilen ausgestattet: Wechselrichter und Modul ADAM 4019+ (mit einem Thermoelement des Typs K) und Konverter ADAM 4520 der Firma Advantech. Für die Kommunikation zwischen den oben genannten strukturellen Bestandteilen und dem Rechner wurde die Software ADAMView verwendet. Das Blockdiagramm der Verbindungen zwischen den einzelnen Elementen ist auf Abbildung 3 dargestellt.

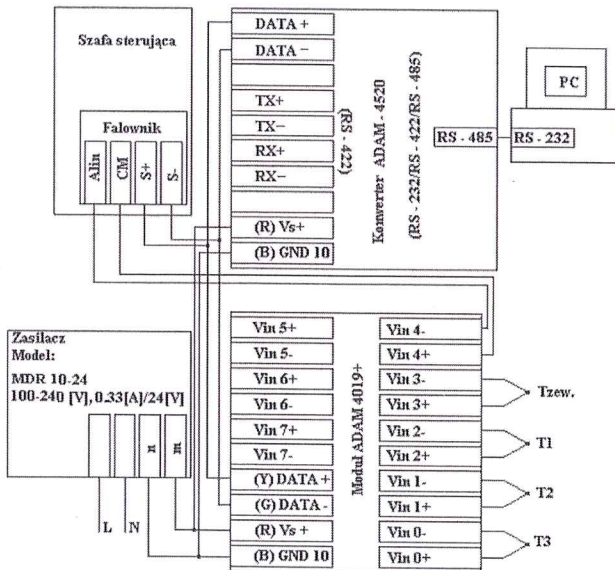


Abbildung 3: Blockdiagramm der Verbindungen des Prüfstandes für tribologische Untersuchungen; Tzew, T1, T2, T3 – Thermoelemente Typ K, PC – Rechner mit RS232-Schnittstelle

2.3 Versuchsbedingungen und Auswertung

Als Basisöl wurde insbesondere das Öl SN 150 (Referenz) eingesetzt. Als Schmierzusatz für das Basisöl wurde eine Formulierung aus für Schmierungsunterstützung von Verbrennungsmotoren im Handel angebotenen Spezialprodukten „Motor Life“ sowie „Mind M“, produziert in der Nähe von Bydgoszcz, (Polen), im Mischungsverhältnis von 1:1 verwendet. Versuche wurden insgesamt für folgende Konzentrationen durchgeführt: 0% (reines Basisöl); 0,5%; 1%; 2%; 5% (d. i. die von Herstellern empfohlene Konzentration) und 7%. Die Gleitpaarung wurde mit dem Basisöl SN 150 wie auch mit den unterschiedlichen Konzentrationen der genannten Formulierung (Motor Life + Mind M) bei einer Geschwindigkeit von $v = 0,08$ m/s für eine Gleitstrecke von insgesamt 2 000 m eingesetzt. Die Versuche bei den einzelnen Varianten wurden jeweils mehrmals wiederholt.

Im Verlauf der Versuche wurden der aktuelle Leistungsbedarf des Antriebs (als Indikator für die Reibung des kinematischen Paares) und die Temperatur gemessen. Nach den Versuchen wurde der Masseverlust der Proben bestimmt. Bei allen Proben wurde der Zustand der Reibflächen vor und nach dem Einsatz im Tribometer profilometrisch ausgewertet. Auf diese Weise ergaben sich die folgenden Parameter gemäß DIN 4776 [2]:

R_{max} , RZD, R_p , PT, WT, WA, NR, SM, M_{r1} , M_{r2} , R_{pk}^* , R_k , R_{vk} , R_{vk}^* .

3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Um die Abbott-Diagramme auszuwerten, wurden konkret die folgenden Parameter verwendet:

M_{r1} , M_{r2} , R_k , R_{pk} , R_{pk}^* , R_{vk} sowie R_{vk}^* .

Eine quantitative Gegenüberstellung der Rauheitsparameter der Probekörper ist in der nachfolgenden Tabelle 1 gegeben.

| Parameter gemäß DIN 4776 | Einheit | vor dem Tribometer-Test | nach dem Tribometer-Test |
|-----------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| M_{r1} | % | 8,9 | 8,7 |
| M_{r2} | % | 87,5 | 85,9 |
| R_k | μm | 0,73 | 0,74 |
| R_{pk} | μm | 0,28 | 0,30 |
| R_{pk}^* | μm | 0,74 | 0,62 |
| R_{vk} | μm | 0,37 | 0,39 |
| R_{vk}^* | μm | 0,95 | 0,87 |

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Traganteils-Parameter aus der Abbott-Kurve

Die folgenden Abbott-Diagramme (Abbildung 4, Abbildung 5) zeigen die Rauheitscharakteristik von Probekörpern vor und nach dem Tribometer-Test, als Beispiel für die am besten bewertete Konzentration (5 %-Zusatz).

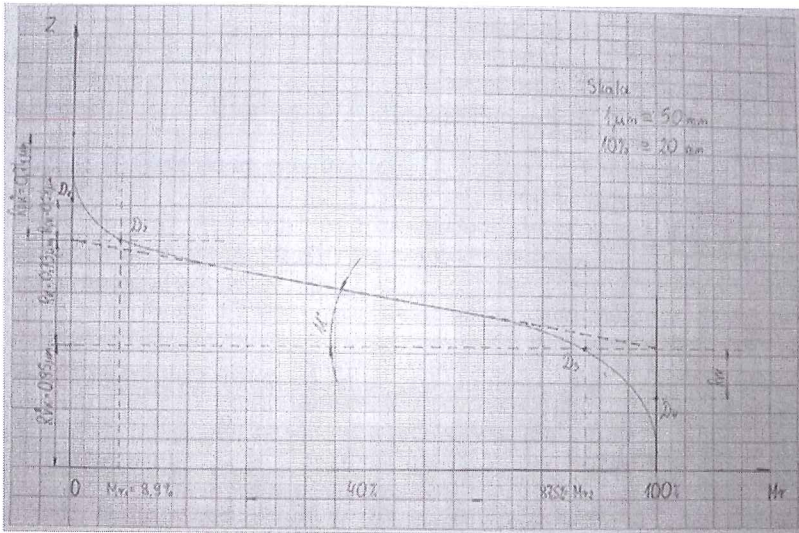


Abbildung 4: Abbott-Diagramm vor dem Test (5% Komposition, $v = 0,08$ m/s)

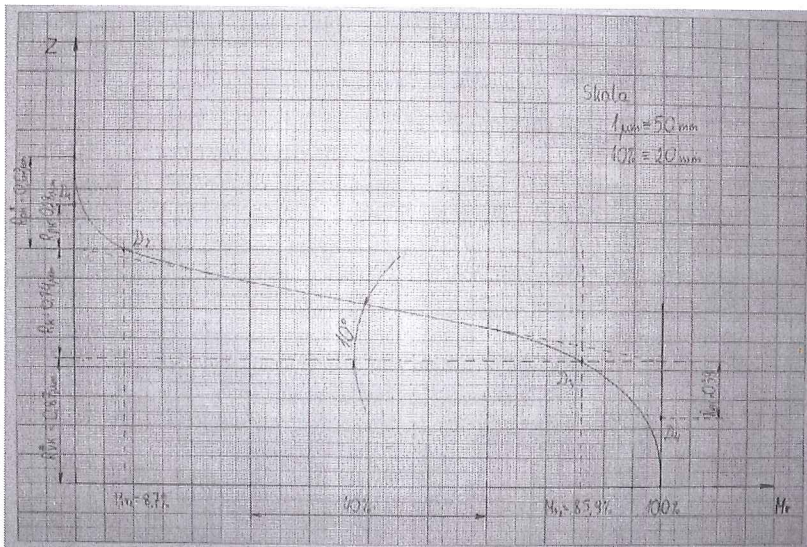


Abbildung 5: Abbott-Diagramm nach dem Test (5%-Komposition, $v = 0,08$ m/s)

Hierzu wurde festgestellt, dass die Parameter Mr_1 und Mr_2 nach dem Test im Vergleich zu den unbeanspruchten Probekörpern geringfügig reduziert erscheinen. Die Parameter Rvk und Rpk haben sich zufolge der Wirkung des Verschleißprozesses im tribologischen Versuch um jeweils etwa $0,02 \mu\text{m}$ und von Rk um etwa $0,01 \mu\text{m}$ erhöht, also ebenfalls geringfügig. Die Parameter Rvk^* und Rpk^* zeigen nach dem Test eine Veränderung von bis ca. 10%. Trotz der tribologischen Beanspruchung haben sich die Anteile von Spitzen und Riefen im Rauheitsprofil bzw. die Charakteristik der Rauheit nur gering verändert.

Aus dem Vergleich der Rauheitsparameter vor und nach dem Tribometer-Test bzw. der entsprechenden Abbott-Diagramme kann gefolgert werden, dass eine Konzentration von 5% der beschriebenen Formulierung (Abschnitt 2.3) geeignet ist, um das Verschleißgeschehen unter den Bedingungen der tribologischen Untersuchung vorteilhaft zu beeinflussen und Fressverschleiß zu verhindern.

4 LITERATUR

- [1] Abbott E., Firestone F. A.: Specyfing surface quality. Mechanical Engineering 55/1993, pp. 556÷572
- [2] DIN 4776. Kenngrößen Rk , Rpk , Rvk , Mr_1 , Mr_2 zur Beschreibung des Materialanteils im Rauheitsprofil. Messbedingungen und Auswertverfahren.
- [3] Sadowski J.: The thermodynamic theory of friction and wear. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2003
- [4] Wachal A.: Badania dodatków uszlachetniających do olejów smarowych. Tribologia, nr 1/1986
- [5] Wiślicki B.: Niekonwencjonalne dodatki do olejów smarowych. Paliwa, Oleje i Smary w Eksploatacji, nr 17/1995



ISBN 978-3-901657-54-2

We ACT for reliability!



www.oetg.at

office@oetg.at

ÖSTERREICHISCHE TRIBOLOGISCHE GESELLSCHAFT

Wissenschaftlicher Verein

Arbeitsgemeinschaft für Reibungs-, Verschleiß- und Schmieringstechnik

Viktor-Kaplan-Str. 2/C, A 2700 Wiener Neustadt, Tel. +43 (0)676 845162 300, Fax +43 (0)1 2533 033 9100