



Dokumentation  
zum Forschungs- und Entwicklungsprogramm  
des Bundesministeriums für Forschung und Technologie  
(BMFT)

# TRIBOLOGIE

Reibung · Verschleiß · Schmierung

## Band 5

Meß- und Prüfverfahren · Betriebsverhalten von  
Reibungssystemen · Eigenschaften von Motorenölen

Herausgeber:

Projektträgerschaft „Metallurgie, Werkstoffentwicklung,  
Rückgewinnung“ des BMFT bei der DFVLR, Köln

Wissenschaftliche Leitung und Redaktion:

W. Bunk, J. Hansen, M. Geyer

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1983

**Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Bunk**

Direktor des Instituts für Werkstoff-Forschung  
der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln-Porz  
Lehrstuhl für angewandte Metallkunde, RWTH Aachen

**Dr. rer. nat. Jörn Hansen**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoff-Forschung  
der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln-Porz

**Dipl.-Ing. Manfred Geyer**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoff-Forschung  
der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln-Porz

**Mit 366 Abbildungen und 39 Tabellen**

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

*Tribologie*: Reibung, Verschleiß, Schmierung; Dokumentation zu dem Forschungs- und Entwicklungsprogramm des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) / Hrsg.: Projektträgerschaft „Metallurgie, Werkstoffentwicklung, Rückgewinnung“ des BMFT bei der DFVLR, Köln. Wissenschaftliche Leitung und Redaktion: W. Bunk . . . – Berlin; Heidelberg; New York: Springer

NE: Bunk, Wolfgang (Red.); Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (Köln) / Projektträgerschaft Metallurgie, Werkstoffentwicklung, Rückgewinnung

Band 5: Meß- und Prüfverfahren, Betriebsverhalten von Reibungssystemen, Eigenschaften von Motorenölen. – 1983.

ISBN-13: 978-3-540-12052-0

e-ISBN-13: 978-3-642-81958-2

DOI: 10.1007/978-3-642-81958-2

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2 UrhG, werden durch die „Verwertungsgesellschaft Wort“, München, wahrgenommen.

© Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 1983

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zur Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Buch- und Offsetdruckerei Richard Thierbach, Bachstraße 24, 4330 Mülheim (Ruhr)

2362/3020 – 5 4 3 2 1 0

## VORWORT ZUM 1. BAND

Reibung und Verschleiß verursachen an Maschinen und technischen Anlagen in der Industrie erhebliche Verluste durch Minderung der Lebensdauer und des Wirkungsgrades. Weitgehend unbekannt ist der erschreckend hohe Betrag, zu dem sich hierdurch die Kosten für Energieaufwand, Instandhaltung, für Ersatzteile und Ausfallzeiten in unserer deutschen Volkswirtschaft aufaddieren. Verschärft wird die Situation dadurch, daß die internationale Konkurrenz der deutschen Industrie Maschinenanlagen mit größeren Leistungsdichten, erhöhten Bauteilbelastungen und verbesserten Wirkungsgraden abverlangt. Mit dieser Entwicklung wachsen aber auch die durch Reibung und Verschleiß bedingten Schwierigkeiten erheblich an. Diese Erkenntnisse und die Einsparmöglichkeiten an Rohstoffen und Energie erfordern große Anstrengungen, um mit den Problemen der Reibung und des Verschleißes fertig zu werden. Hier kann das systematische Zusammenwirken mehrerer Wissensgebiete in dem interdisziplinären Fach "Tribologie" einen beachtlichen Beitrag liefern.

Nach Offenlegung der Situation in der Bundesrepublik Deutschland in dem BMFT-Forschungsbericht "Tribologie" entschloß sich das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) im Rahmen seines Rohstoffforschungs-Programms zu einer schwerpunktmäßigen Förderung der Tribologie mit einer Laufzeit von zunächst 6 Jahren und einem Fördervolumen in Höhe von ca. 37 Mio DM im Rahmen der Projektträgerschaft des Instituts für Werkstoff-Forschung der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (DFVLR), Köln. Die Förderung begann 1978, heute werden ca. 100 Vorhaben gefördert.

Ein Bericht der Deutschen Gesellschaft für Mineralölwissenschaft und Kohlechemie e.V. (DGMK) von 1977 gibt an, daß rund 50 % der Verluste infolge Reibung und Verschleiß durch intensive Nutzung der bekannten tribologischen Erkenntnisse einzusparen sind. Im Kampf gegen Reibungs- und Verschleißverluste müssen der Forschung und Entwicklung in der Tribologie die Kommunikation, Information und Innovation konsequent folgen. So ist neben der Forschungs- und Entwicklungsarbeit die Wissensverbreitung eine notwendige Ergänzung des Förderprogramms Tribologie. Diesem Ziel soll die mit dem vorliegenden ersten Band begonnene Buchreihe dienen, in der über die im Tribologie-Förderprogramm erarbeiteten Ergebnisse berichtet wird.

Köln, im Juni 1981

W. Bunk, J. Hansen, M. Geyer

## V O R W O R T Z U M 2. U N D 3. B A N D

Neben der Erarbeitung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen steht gleichrangig die Wissensverbreitung. Dies gilt insbesondere für wissenschaftliche und technische Disziplinen, die so heterogen sind wie die Tribologie. So ist es erklärtes Ziel der BMFT-Förderung "Tribologie", eine möglichst breite Ausstrahlung zu erreichen. Hiervon hängt der "Erntefaktor" der vielen Millionen DM Fördermittel ab, die aus Steuergeldern für das Tribologie-Programm bereitgestellt wurden und werden. Diesem Ziel dienen insbesondere die öffentlichen Präsentationen der Forschungsergebnisse - die erste fand im Mai 1981 in Koblenz statt, die zweite wird im Mai 1983 ebenfalls dort stattfinden - sowie die Dokumentation der Berichte in einer Buchreihe. Die erfreulich hohe Zahl der Teilnehmer an der ersten Präsentation sowie die bisherige Nachfrage zum ersten Band lassen erwarten, daß die Förderung sich als erfolgreich erweisen wird.

Köln, im Januar 1982

W. Bunk, J. Hansen, M. Geyer

## P R O J E K T T R Ä G E R S C H A F T

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm "Tribologie" ist Teil der Projektträgerschaft "Metallurgie-Werkstoffentwicklung-Rückgewinnung". Diese wird vom Institut für Werkstoff-Forschung (Prof. Bunk) der DFVLR im Auftrage des BMFT durchgeführt. Die administrative Betreuung liegt beim Bereich für Projektträgerschaften der DFVLR.

Zur technisch-wissenschaftlichen Beratung des Projektträgers für den Förderbereich "Tribologie" dient ein Gutachterkreis. Dieser wird gebildet von den Herren

Oberingenieur H. Böer

Dr.-Ing. E. Gülker

Dr.-Ing. G. Heinke

Ing.(grad.) W.H. Kara

Dr.-Ing. O. Lang

Prof. Dr.-Ing. H. Peeken

Prof. Dr. E. Pollmann

Dr.rer.nat. E. Roemer

Dr.-Ing. K.-H. Treptow ab August 1980

Prof. Dr.-Ing. H. Uetz

(Dipl.-Ing. P. Greis bis März 1980)

## I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

C. Düll, K. Sommer: Bestimmung des Verschleißzustandes und mögliche Schadensfrüherkennung aufgrund der Untersuchung von Abriebpartikeln mit dem Ferrographen (FE-Vorhaben 01 ZT 207, Staatliche Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart, 01 ZT 217, Daimler-Benz AG, Stuttgart)	9
W. Dresel, W. Stehr, M. Tillwich: Prüfgerät für Langzeitversuche zur Bestimmung tribologischer Werkstoff-Schmierstoff-Kenndaten in Kunststofflagern, sowie Überprüfung ausgesuchter Reibsysteme auf tribochemische Reaktionen (FE-Vorhaben 01 ZT 069, Dr. Tillwich GmbH, Etsyntha-Chemie, Horb-Ahldorf)	125
M. Foth, R. Stelzer: Untersuchungen zur Verschleißminderung an Rollgängen und Haspeln bei Warmbreitbandstraßen (FE-Vorhaben 01 ZT 357S, Betriebsforschungsinstitut des VDEh, Düsseldorf)	187
W. Hesse, E.O. Schneidersmann: Parameterspezifisches Verschleißverhalten des Laufrad-Schiene-Systems förder technischer Anlagen (FE-Vorhaben 01 ZT 078S, Ruhr-Universität Bochum)	227
H. Haas, H. Krause, P. Neumann: Untersuchung der Betriebseinflüsse auf die Standzeit von Drahtseilen in Hüttenwerkskrananlagen (FE-Vorhaben 01 ZT 548S, RWTH Aachen, 01 ZT 558S, Hoesch Hüttenwerke AG, Dortmund)	277
F. Riedl: Senkung des Verschleißes an Laufrädern (FE-Vorhaben 01 ZT 568S, Krauss-Maffai AG, München)	315
O. Koehler, H.J. Matthies: Grenzen der hydrostatischen-hydrodynamischen Tragfähigkeit von Bauelementen der Ölhydraulik (FE-Vorhaben 01 ZT 648, TU Braunschweig)	355
H. Holdack-Janssen, H. Kruse: Kaltstartverhalten und Pumpfähigkeit von Motorschmierölen im gefeuerten Anlaßbetrieb bei tiefen Temperaturen (FE-Vorhaben 01 ZT 080A, Universität Hannover)	373
H.G. Feller, H. Hölz, U. Schriever: Wartungsfreier Betrieb von Rotationsverdichtern und Druckluft-Lamellenmotoren (FE-Vorhaben 01 ZT 018, TU Berlin, 01 ZT 028, Deprag Schulz GmbH & Co., Amberg, 01 ZT 038, Maschinen GmbH Otto Hölz, Wangen)	395

J. Hansen: Kleine illustrierte Geschichte der Tribologie und ihrer BMFT-Förderung	533
Autorenverzeichnis	545
Deskriptorenliste zu Band 1 - 5	547
Deskriptorenliste zu Band 1 - 5 (alphabetisch)	559
Liste der Vorhaben (Faltblatt)	