

Modelle in den Naturwissenschaften

Band 1

Frank Ferstl

Reibung, Wärme, Verschleiß

Atomkinetische Mechanismen und Modelle in der Tribologie

Shaker Verlag
Aachen 2003

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Ferstl, Frank:

Reibung, Wärme, Verschleiß : Atomkinetische Mechanismen und Modelle in der Tribologie / Frank Ferstl.

Aachen : Shaker, 2003

(Modelle in den Naturwissenschaften ; Bd. 1)

ISBN 3-8322-1569-7

Copyright Shaker Verlag 2003

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-1569-7

ISSN 1611-9606

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Durch Reibung entsteht Wärme! Das weiß jeder, aber die Frage nach dem Warum ist nicht leicht zu beantworten. Schon unsere Vorfahren haben bei der Feuererzeugung durch Bohrreibung diese Erfahrung praktisch zu nutzen gewusst. Und sie kannten auch aus missglückten Reibversuchen die Tatsache: **Durch Reibung entsteht Verschleiß!**

Reibung, Wärme und Verschleiß gehören zusammen, ihre grundlegenden Mechanismen sind aneinander gekoppelt. Und diese Mechanismen sind Platzwechselvorgänge. Schon jeder Schwingungsvorgang ist ein periodischer Platzwechsel. Aber darüber hinaus sind alle Teilchenbewegungen ganz spezielle Platzwechselprozesse. Insbesondere sind alle Umlagerungen eines Atoms, eines Moleküls oder einer größeren Fließeinheit auf eine andere mögliche Lage als Platzwechselvorgänge aufzufassen. Mit solchen Umlagerungen platzwechselnder Objekte ist stets eine Strukturänderung in den beteiligten Körpern verbunden, die zum Abtrennen submikroskopischer Teilchen und somit zum Verschleiß führen.

Als Modellierungsgrundlage der schwierig zu verstehenden Vorgänge bei der Kopplung von Reibung, Wärme und Verschleiß verwendet der Autor deshalb ein mikromechanisches Platzwechselmodell. Der Anschluss an phänomenologische Erscheinungen wird über die allgemeine Wärmeleitungsgleichung mit temperaturabhängigem Quellterm erreicht.

Die Diskussion einer speziellen Lösung dieser Gleichung führt zur Charakterisierung des Deformationsverhaltens des am meisten beanspruchten Reibpartners infolge gravierenden Verschleißes und zeigt, dass ein Entkoppeln von thermodynamischen und mechanischen Prozessen während des Reibvorganges nicht möglich ist und notwendig zum Verschleiß führen muss. Mit Hilfe eines zum bekannten Reynoldskriterium analogen Kriteriums kann eine Aussage über das Maß des verschlissenen Abtrages an der Oberfläche des Verschleißkörpers gemacht und bei Beachtung des Schwellwertes der ertragbaren Deformation die lineare Verschleißintensität prognostiziert werden.

Verschiedene hypothetische Ansätze werden in Betracht gezogen, miteinander verglichen und im Hinblick auf ihre praktische Bedeutsamkeit untersucht. So zeigt z. B. der Vergleich der Scherungsenergiehypothese mit der Akkumulationshypothese, dass beide Hypothesen gleichberechtigt sind. An Beispielen wird demonstriert, wie im konkreten Fall eine Verschleißprognose nach der Platzwechseltheorie erfolgt. Die Betrachtung von Reibung, Wärme und Verschleiß unter einem einheitlichen Gesichtspunkt, nämlich dem eines Platzwechselprozesses, ist das Neue und Interessante in der vorliegenden Arbeit. Atomkinetische Mechanismen und Modelle werden hier zum ersten Mal konsequent zur Erklärung von Reibung, Wärme und Verschleiß verwendet und es zeigt sich, dass die naturwissenschaftliche Modellierung solch komplizierter Prozesse, wie sie u. a. beim Abtragverschleiß von Metallen auftreten, nicht unmöglich ist.

Großer Wert wird dabei einerseits auf die prinzipielle Vorgehensweise beim Aufstellen adäquater naturwissenschaftlicher Modelle gelegt und andererseits auf die gewissenhafte Überprüfung der Prognosen im Experiment. Denn experimentelle Forschung auf der einen Seite und mathematische Modellierung auf der anderen Seite sind die zwei tragenden Säulen, auf denen jede Wissenschaft ruht. Das Buch der Natur ist in der Sprache der Mathematik geschrieben und deshalb ist es auch kein unbescheidenes Ziel, wenn in dieser Arbeit dem hohen Anspruch der Tribologie auf mathematische Durchdringung Genüge getan wird.