

**Frank Ferstl**

# **Reibung   Wärme   Verschleiß**

## **Atomkinetische Mechanismen und Modelle in der Tribologie**

**Reihe:   Modelle in den Naturwissenschaften , Band 1**

**Autor:   Prof. Dr. rer. nat. Frank Ferstl**  
**Hochschule Zittau/Görlitz**  
**(FH)-University of Applied Sciences**

**e-mail:   [f.ferstl@hs-zigr.de](mailto:f.ferstl@hs-zigr.de)**



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](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

## Formelverzeichnis

Einleitung und Zielstellung der Arbeit .....	1
1. Reibung und Verschleiß .....	3
1.1. Begriffsbestimmung von Reibung und Verschleiß .....	3
1.2. Aus der Geschichte der Erforschung von Reibung und Verschleiß .....	5
1.3. Die Bedeutung atomkinetischer und thermischer Prozesse bei der Erklärung und Untersuchung von Verschleißerscheinungen.....	9
2. Platzwechselvorgänge und plastische Deformation .....	11
2.1. Atomkinetische Prozesse und ihre Rolle bei der plastischen Deformation.....	11
2.2. Das atomare Platzwechselmodell .....	18
2.3. Das Versetzungsplatzwechselmodell .....	21
3. Platzwechsel – Kopplung von Mechanik und Thermodynamik.....	23
3.1. Gesetze der Thermomechanik .....	23
3.2. Anwendung auf den Fall reiner plastischer Scherung .....	27
3.3. Wichtige Strukturcharakteristika.....	30
3.3.1. Atomdurchmesser $a_0$ und Platzwechselabstand $2a$ in einem Lennard-Jones-Potenzial.....	30
3.3.2. Charakteristische Temperatur $T^*$ und Frequenz $\nu_0$ eines realen Festkörpers .....	34
3.3.3. Die Scherspannung $\tau_0$ .....	37
4. Anwendung der Platzwechseltheorie auf spezielle Verschleißprobleme.....	39
4.1. Besonderheiten beim Abtragverschleiß metallischer Grundkörper .....	39
4.2. Verschleißmodell nach der Platzwechseltheorie .....	43
4.3. Verschleiß aus der Sicht der Scherungsenergiehypothese .....	48
4.3.1. Theoretische Bestimmung der spezifischen Scherungsenergiegedichte.....	48
4.3.2. Zusammenhang zwischen spezifischer Scherungsenergiegedichte und Schwellenwert ertragbarer Deformation .....	50

4.4.	Verschleiß aus der Sicht der Energieakkumulationshypothese.....	52
4.4.1.	Verschleiß und Energieakkumulation .....	52
4.4.2.	Energieakkumulation und Energiedissipation.....	56
4.5.	Verschleißprognose auf Grundlage der Platzwechseltheorie .....	59
4.5.1.	Prognostizierung des Verschleißvolumens und der Abtraghöhe.....	59
4.5.2.	Prognostizierung der linearen Verschleißintensität bei vollständiger Plastifikation.....	62
4.5.3.	Prognosebeispiele .....	66
4.5.3.1	Vorbemerkung .....	66
4.5.3.2	Prognosebeispiele auf Grundlage der Kenntnis des Deformationsfeldes.....	68
4.5.3.3.	Prognosebeispiele auf Grundlage der Kenntnis der Mikrohärteverteilung .....	76
4.5.3.4.	Abschätzung der Verschleißkenngrößen.....	79
	Zusammenfassung .....	83
	Fazit	
	Anhang	
	Literaturverzeichnis	