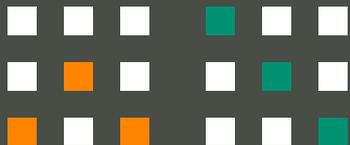


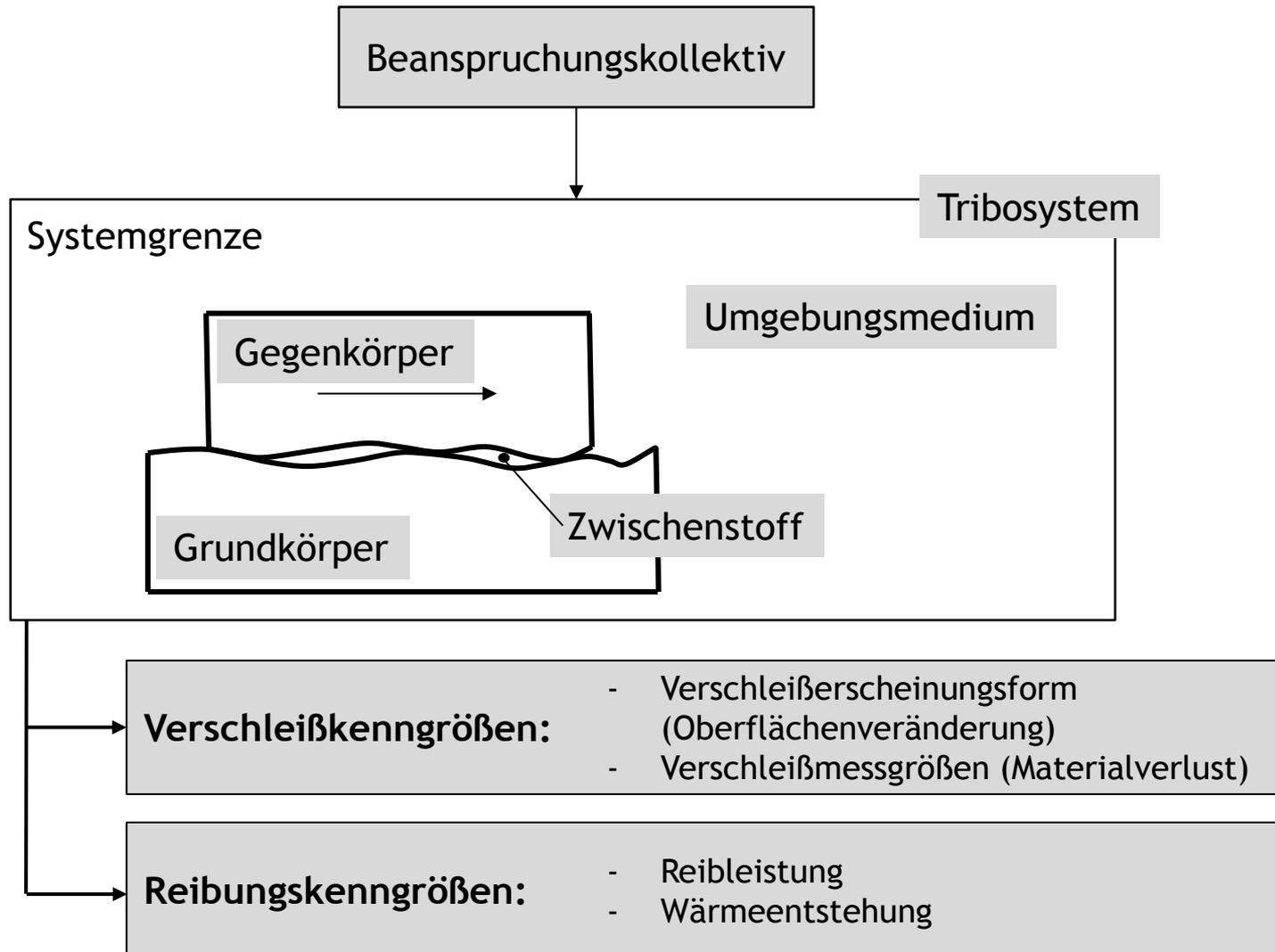
Potentiale der Nanotechnologie für Unternehmen

Workshop nanoNET

Reibkraftreduktion und Verschleißminimierung durch
Nanopartikel beziehungsweise Nano-Oberflächenstrukturen



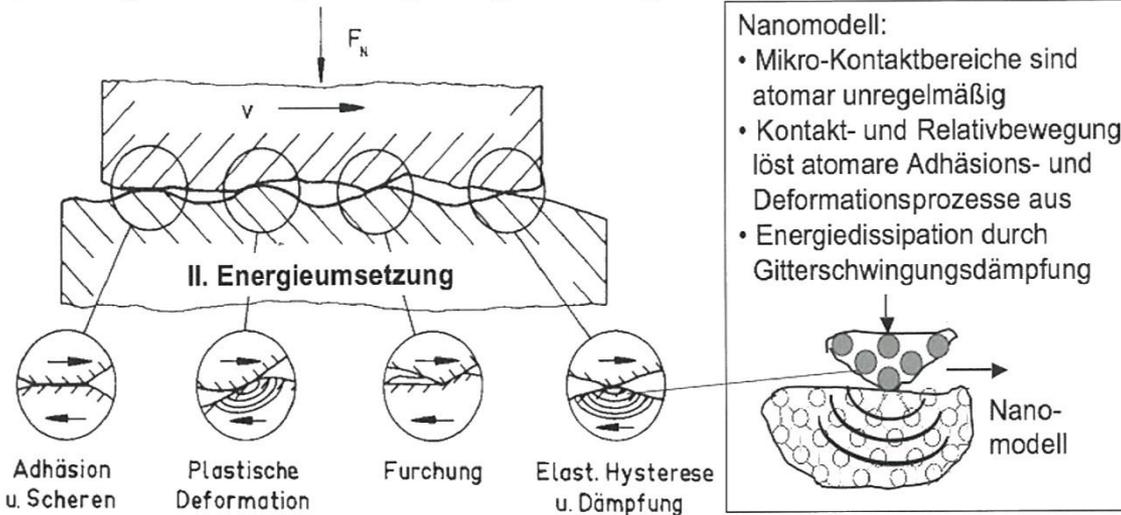
Grundlagen Tribosystem



Grundlagen Tribosystem

■ Tribologische Beanspruchung

I. Tribologische Beanspruchung: Energieeinleitung



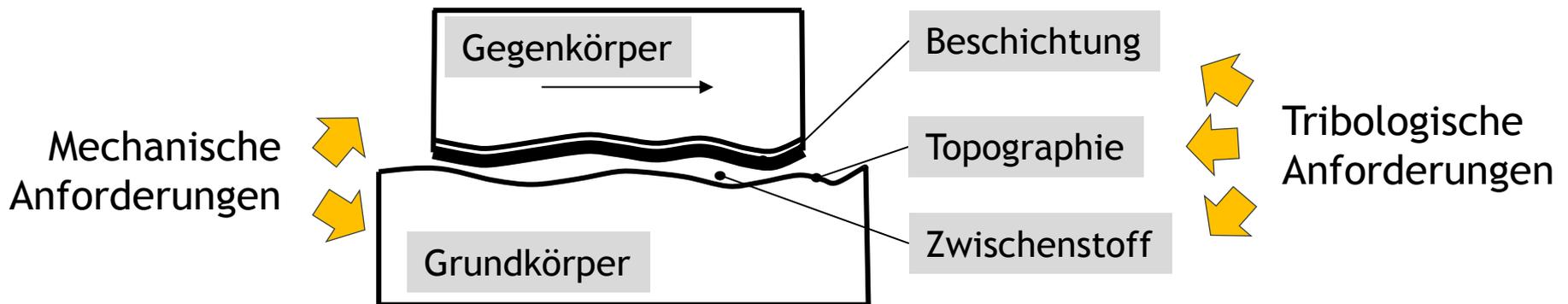
III. Energiedissipation: (a) Thermische Prozesse, (b) Energieabsorption, (c) Energieemission

Verschleißmechanismus	Entstehungsprozeß	Partikelform	Partikelkennzeichnung
Tribochemische Reaktionen (+ Abtrennprozesse)	Reaktions-schicht		pulverförmig bzw. amorph
Abrasion (Mikrospanen)	hartes Teilchen		spiral- bzw. spanförmig
Oberflächenzerrüttung (Delamination)	Risse zur Oberfläche geöffnete Riß		schuppen- bzw. lamellenförmig
Oberflächenzerrüttung (Ermüdung)	Risse		splitterförmig
Kontaktdeformation Triboschmelzen	Schmelz-stoff Riß zur Oberfläche		kugelförmig



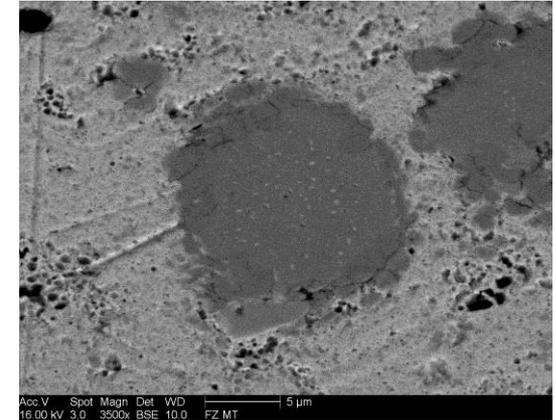
Nanotechnologie in Tribosystemen

- Optimierung der tribologischen Eigenschaften (Reibkraft, Verschleißbeständigkeit, ...)

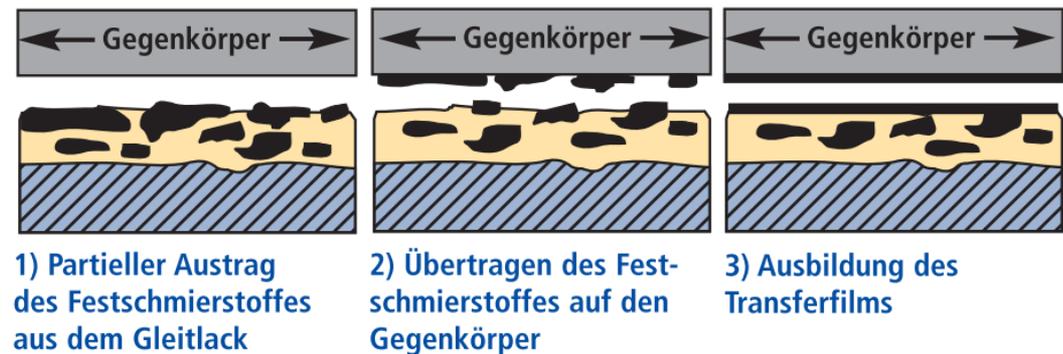


Beschichtungen (Werkstoffe)

- Verschleißreduzierende Zusätze
 - z. B. Karbide, Silizide, Nitride (cBN) ...
- Gleitoptimierende Zusätze
 - z. B. PTFE, MoS₂, WS₂, hBN, Graphit, Nanotubes, Fullerene ...



- Qualitätsmerkmale
 - Strukturgröße
 - Verteilung
 - Orientierung
 - chemische Anbindung
 - Reservoirbildung



Zwischenstoffe (Schmierstoffe)

■ Additive

- EP-Zusätze (Extrem Pressure)
- AW-Zusätze (Anti Wear)
- Ionische Flüssigkeiten
- ...

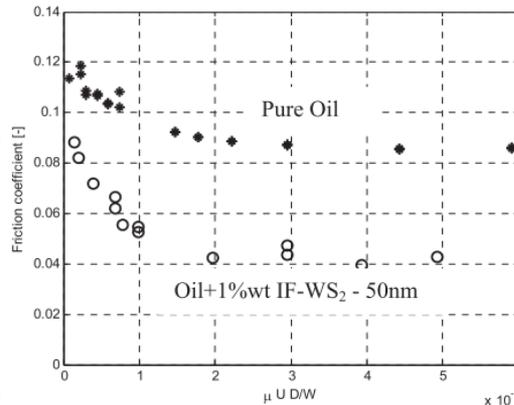
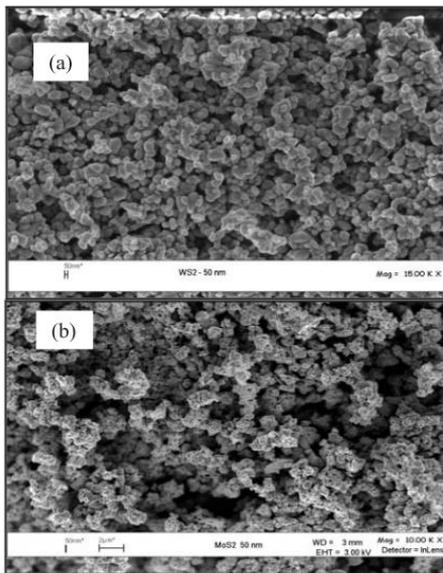
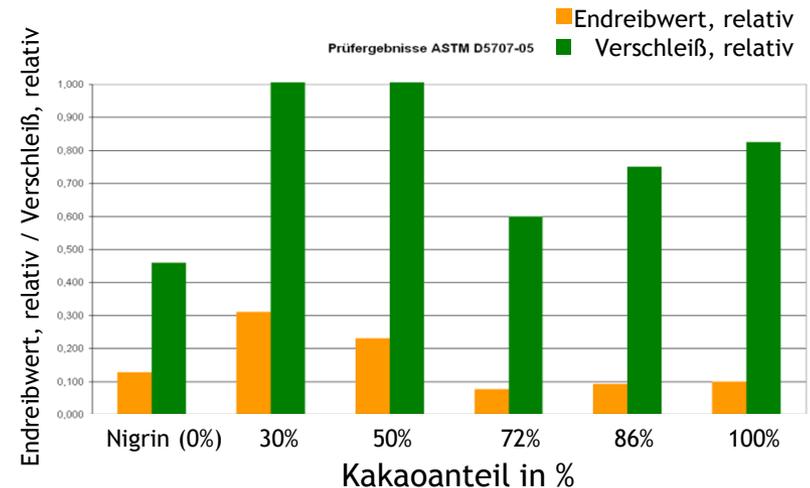


Figure 3: SEM images of WS₂(a) and MoS₂(b)

Figure 4: Friction coefficient vs lubrication number for ISO32+1%wt WS



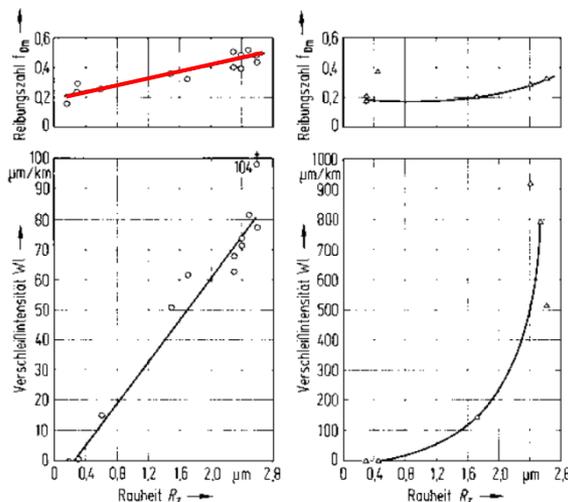
Quelle: V-Research

Quelle: Abate F. et al; Experimental analysis of nanoparticles-based lubricant additives on friction reduction; Univ. of Salerno, Fisciano (Dep. of Mech. Eng.)

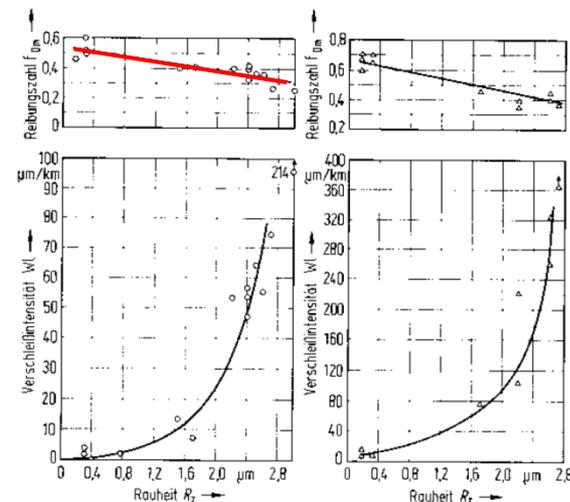
Topographie / Oberflächenstruktur

- Anpassung der Oberflächenstruktur (Rauheit) an die tribologischen Anforderungen
 - Beispiel Polymer-Stahl-Paarung – Einfluss des Polymers auf die optimale Rauheit
 - 100Cr6 gegen

PE-HD (geringe Polarität)



POM (polar)



Quelle: G. Erhard: Konstruieren mit Kunststoffen. Carl-Hanser Verlag, ISBN: 978-3-446-41646-8 (2008)



Potentiale der Nanotechnologie für Unternehmen

V-Research

Neues Denken. Wissen schaffen.



Übersicht Festschmierstoffe

Festschmierstoffe

Chemische Aufbauschichten

- Seifen
- Metallsalze (z.B. aus EP-Zusätzen gebildet)

Festschmierstoffe mit Schichtgitterstruktur

- Molybdändisulfid MoS₂
- Wolframdisulfid WS₂
- Graphit C
- hexagonales Bornitrid hBN

Festschmierstoffe ohne Schichtgitterstruktur

- Phosphate
- Oxide und Hydroxide
- Sulfide (von Zn u. Ca)

Weichmetallfilme

- Blei Pb
- Kupfer Cu
- Zinn Sn
- Silber Ag
- Gold Au

Thermoplaste

- Polyamide PA
- Polytetrafluorethylen PTFE
- Fluoräthylenpropylen FEP
- Polyethylen PE
- Polyimid PI
- Polyamidimid PAI

