



VSS *lubes* Ausbildungskurs
„Hochleistungsschmierstoffe“
Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz



Inhalt

Tribologie: Reibung, Verschleiss und Schmierung

Grundöle: Mineralöle, Syntheseöle und Bioöle

Grundlagen der Additive

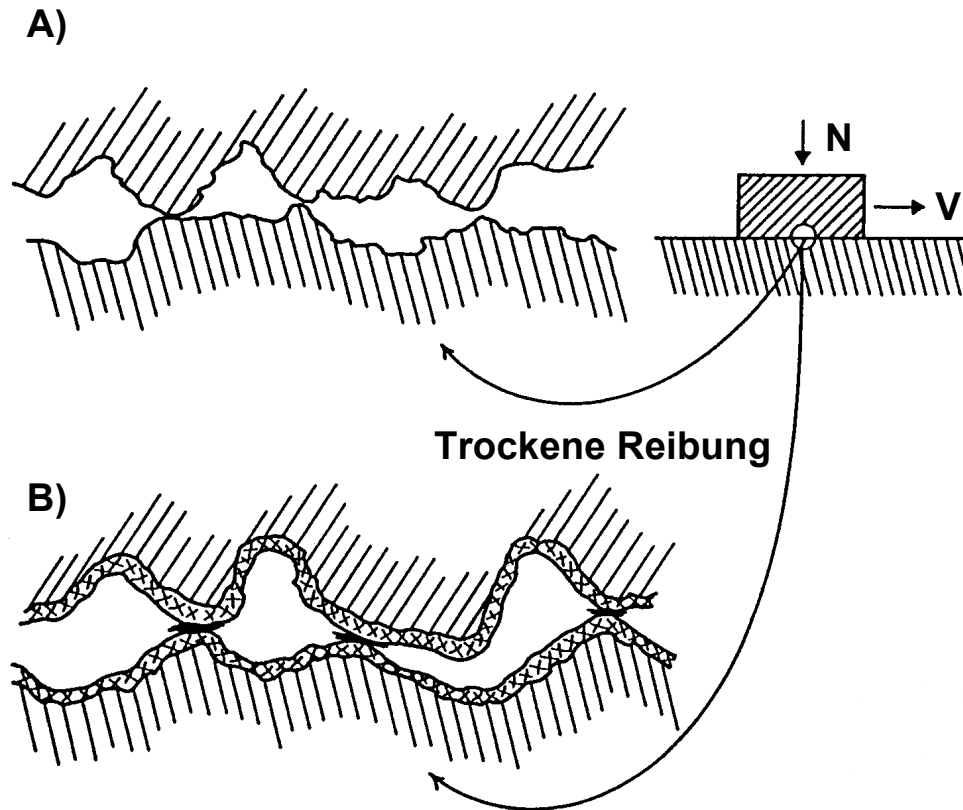
Wirkungsweisen von Additiven

- **Oxidations- und Korrosionsinhibitoren**
- **Viskositätsindexverbesserer**
- **Verschleiss- und Fressschutzadditive, Reibungsveränderer**
- **Detergent- und Dispersantadditive**
- **Sonstige Additive wie Pourpointverbesserer, Schauminhibitoren, Haftverbesserer ua.**

■

Tribologie: Reibungs- und Schmierzustände

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE



A) Reibung Nackter Oberflächen
(z.B. im Vakuum)

Reibung } sehr hoch
Verschleiss }

B) Oberflächenschichtreibung
(Grenzreibung)

Reaktionsschichten:

Natürliche durch umgebende Atmosphäre
(z.B. Oxidschicht, adsorbierte Gasschicht
(H₂O-Dampf))

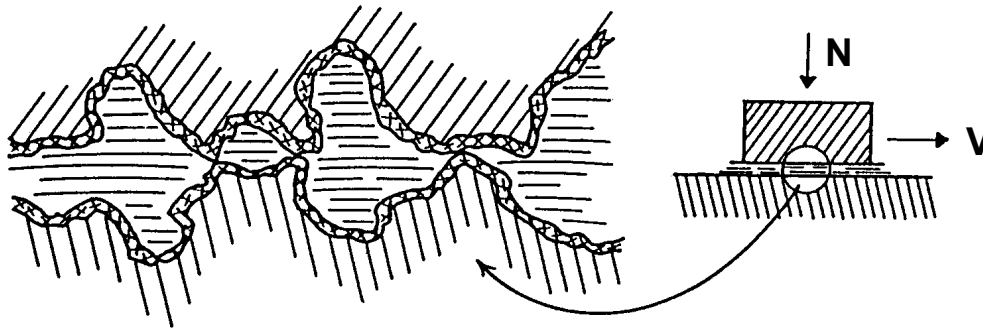
Künstlich, durch Oberflächenbehandlung
(z.B. Phosphat- oder Nitridschicht)

Reibung } Hoch, aber niedriger als
Verschleiss } im Fall A

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs-und Schmierzustände

C)

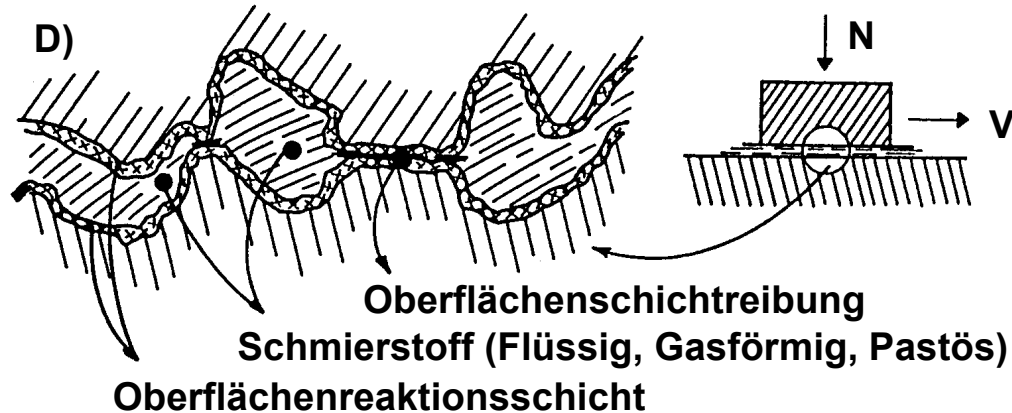


Trockenschmierung (-Reibung)

auf den Oberflächen Schicht eines Trocken-
(Fest-) Schmierstoffs

Reibung } niedrig bis mäßig, aber stets
Verschleiss } niedriger als im Fall B

D)



Mischreibung

teilweise Oberflächenreibung
(Festkörperkontakt)

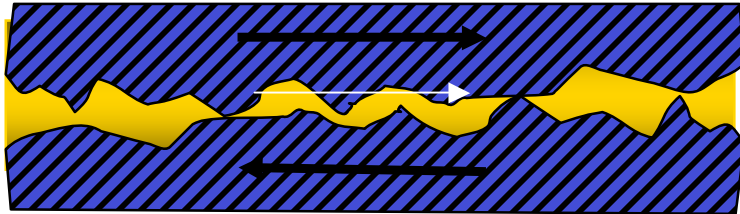
teilweise Flüssigkeitsreibung (unter Druck
stehender Flüssigkeits- oder Gasfilm)

Reibung } niedriger als bei
Verschleiss } Oberflächenreibung

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs-und Schmierzustände

Schmierung bei Mischreibung



Betriebsbedingungen

Höhere Belastung bzw. Geschwindigkeit verringert die Flüssigkeitsfilmbildung

Höhere Temperatur bewirkt dasselbe

Beispiele

Ventilschaft und Kipphebel
Ring / Zylinder beim TDC

Hauptmerkmale

Die Belastung wird teilweise durch Flüssigkeitsfilm und durch Grenzreibung getragen
Verschleißschutz- und EP-Additive spielen eine wichtige Rolle

Leistungsabhängige Faktoren

Viskosität

VI

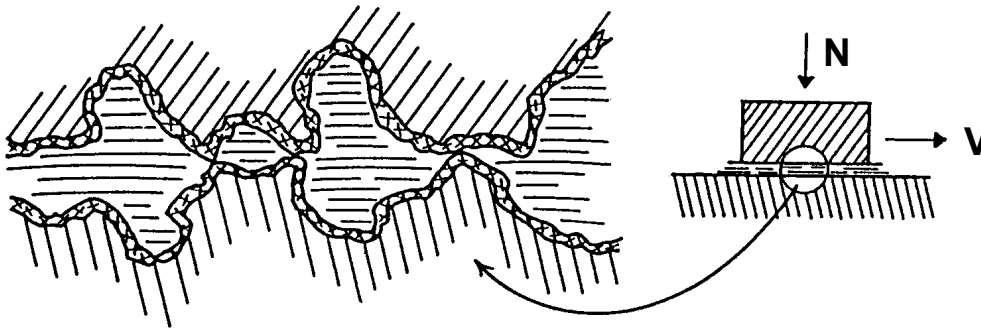
Chemische Reaktivität

Dauerhafter Reaktionsschmierfilm
Verbesserte Scherfestigkeit durch Reaktionsfilm

Verbesserte Druckfestigkeit

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

C)

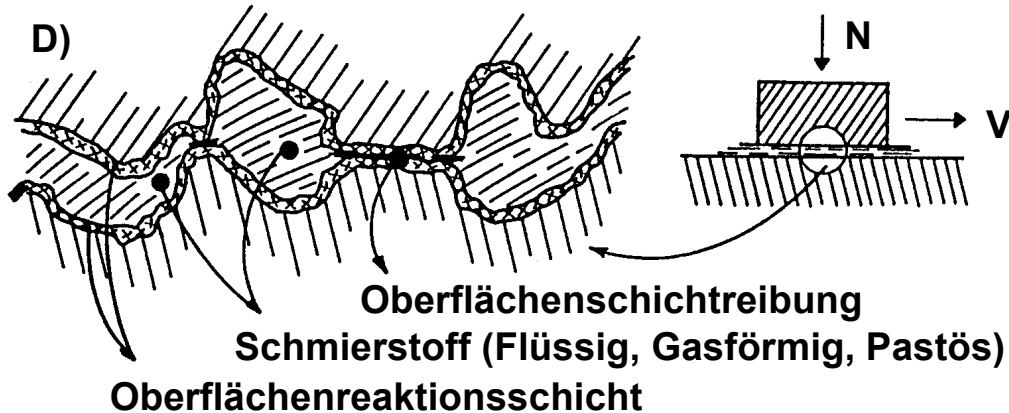


Trockenschmierung (-Reibung)

auf den Oberflächen Schicht eines Trocken-
(Fest-) Schmierstoffs

Reibung } niedrig bis mäßig, aber stets
Verschleiss } niedriger als im Fall B

D)



Mischreibung

teilweise Oberflächenschichtreibung
(Festkörperkontakt)

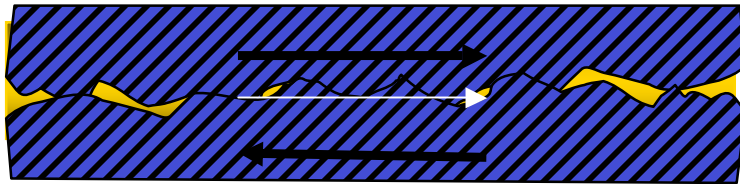
teilweise Flüssigkeitsreibung (unter Druck
stehender Flüssigkeits- oder Gasfilm)

Reibung } niedriger als bei
Verschleiss } Oberflächenschichtreibung

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs-und Schmierzustände

Grenzreibung



Betriebsbedingungen

Höhere Belastung und
Geschwindigkeit

Beispiele

Getriebe

Motor-Ventilbetrieb

Hauptmerkmale

Belastung durch Oberflächen-
kontakt getragen

Leistung hängt von Oberflächen-
schicht ab

Verschleißschutz- und EP-
Additive wichtig

Leistungsabhängige Faktoren

Chemische Reaktivität

Dauerhafter Reaktionsschmierfilm

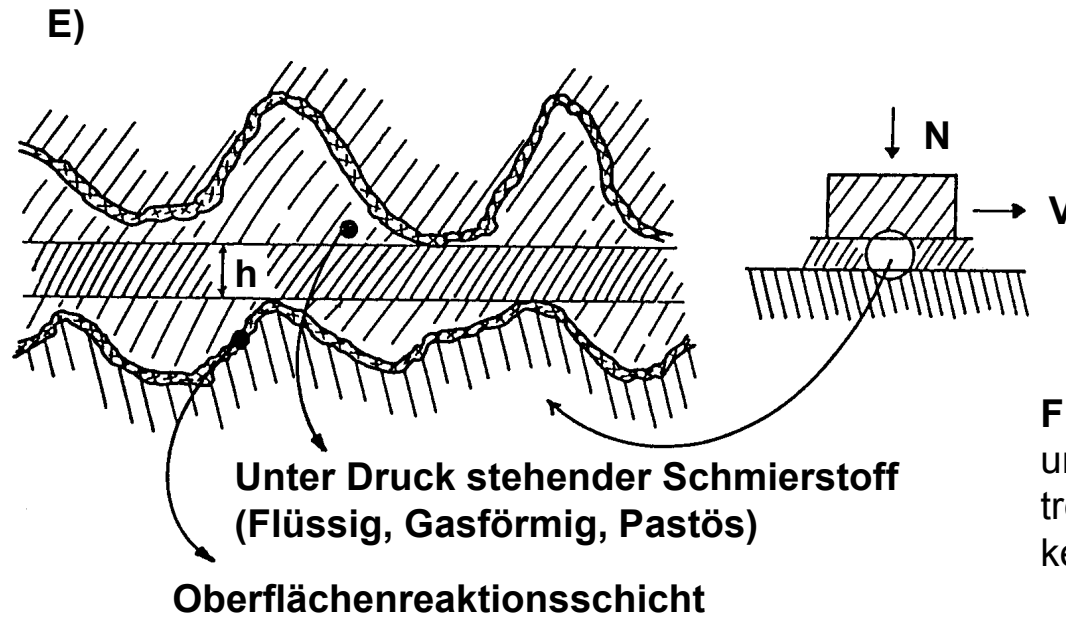
Verbesserte Scherfestigkeit durch

Reaktionsfilm

Verbesserte Druckfestigkeit

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs- und Schmierzustände



Flüssigkeitsreibung

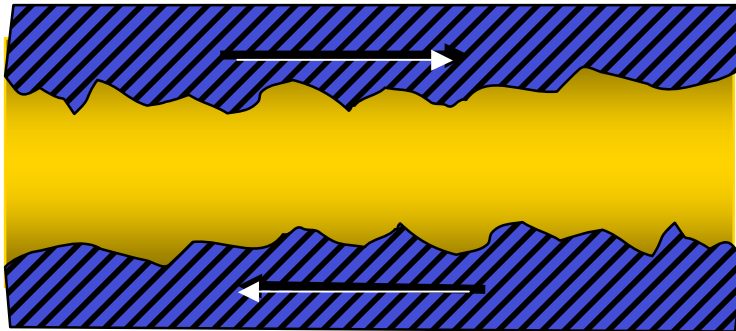
unter Druck stehender Schmierstoff-Film
trennt Oberflächen völlig →
keine Festkörperberührung mehr

Druckerzeugung	Hydrodynamisch Hydrostatisch
Reibung:	niedriger als bei Oberflächen- schichtreibung
Verschleiss:	null

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs-und Schmierzustände

Hydrodynamische Schmierung



Betriebsbedingungen

Normale Belastung und
Geschwindigkeit

Beispiele

Motorenhauptlager

Pleuellager

Hauptmerkmale

Komplette Trennung der sich
bewegenden Oberflächen durch
einen flüssigen Schmierfilm

Niedrige Reibung

Verschleiß theoretisch Null

Leistungsabhängige Faktoren

Viskosität

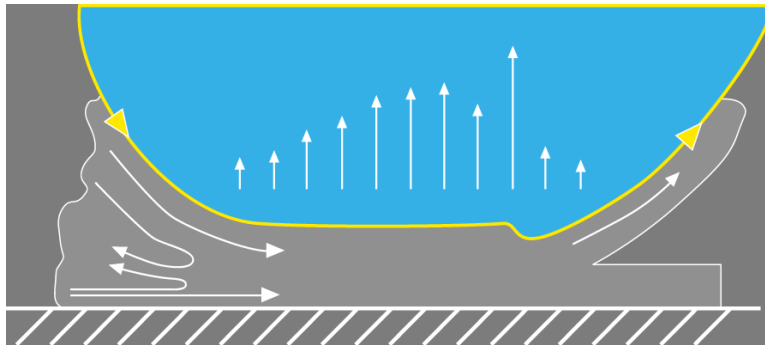
Viskositäts-Index

Schergefälle

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs- und Schmierzustände

Elastohydrodynamische Schmierung



Hauptmerkmale

Komplette Trennung der sich bewegenden Oberflächen durch einen flüssigen Schmierfilm

Betriebsbedingungen

Höhere Belastung und
Geschwindigkeiten

Beispiele

Kugel- / Rollenlager

Nocken & Stößel

Elastische Verformung nicht-
konformer Kontaktflächen

Leistungsabhängige Faktoren

Viskosität

Viskositäts-Index

Viskositäts-Druckkoeffizient

HOCHEISTUNGSSCHMIERSTOFFE

Reibungs- und Schmierzustände