



**Fraunhofer** Institut  
Werkstoffmechanik

## Jahresbericht 2008

### Flüssigkristalle für tribologische Anwendungen

Leistungsbereich  
Verschleißschutz, Technische Keramik

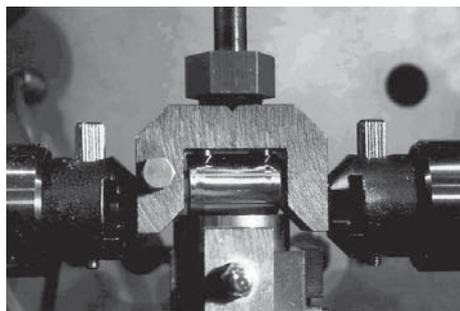
Dr. Andreas Kailer  
79108 Freiburg  
Telefon +49 761 5142-247  
[andreas.kailer@iw.fraunhofer.de](mailto:andreas.kailer@iw.fraunhofer.de)

## Leistungsbereich Verschleißschutz, Technische Keramik

Dr. Andreas Kailer  
andreas.kailer@iwf.fraunhofer.de

Werkstoffe werden für den Anwendungsfall geprüft, bewertet und ausgewählt, um eine Leistungssteigerung oder einen sicheren Betriebseinsatz zu gewährleisten.

## Flüssigkristalle für tribologische Anwendungen



15 mm

Abb. 1  
Tribometer SRVIII, Firma Optimol, oszillierende Gleitreibung, Probengeometrie: Zylinder-Scheibe (Stahl 100Cr6).

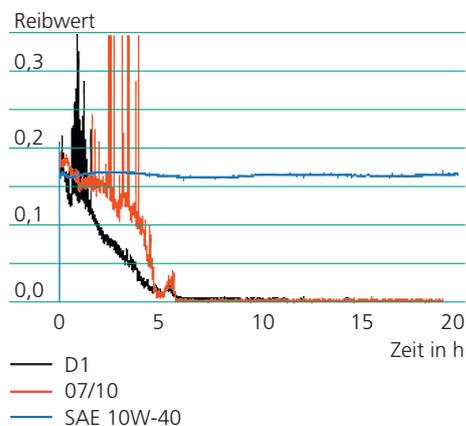


Abb. 2  
Reibdiagramm: Vergleich des Reibwertverlaufs von zwei flüssigkristallinen Stoffen (schwarz und rot) mit einem Standard-Schmiermittel (Motoröl, blau).

Die Reibung zwischen beweglichen Materialteilen ist die Hauptursache für verringerte Energieeffizienz und Materialverlust durch Verschleiß. Schmierstoffe vermeiden dies. Zur Darstellung ihres Potenzials werden am Fraunhofer IWM im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAP und der Firma Nematel flüssigkristalline Substanzen tribologisch untersucht. Um die Wirtschaftlichkeit von technischen Prozessen zu verbessern, müssen Wartungsintervalle verlängert und der Energieverbrauch durch die Realisierung niedriger Reibwerte minimiert werden.

### Vorgehensweise

Die Bildung flüssigkristalliner Phasen und die damit verbundene Anisotropie der physikalischen Eigenschaften sollen für tribologische Anwendungen genutzt werden. Oberflächeneigenschaften der Reibpaarung und Scherbeanspruchung führen zu spezifischen Orientierungen der Moleküle im Reibkontakt. Durch diese Orientierungsphänomene an der Grenzfläche zwischen Festkörper und Fluid kann sich eine geordnete Nanostruktur ausbilden, die zu dem makroskopisch messbaren Effekt eines extrem niedrigen Reibwerts führt.

Die tribologischen Versuche wurden unter oszillierender Gleitreibung mit einem Tribometer durchgeführt, mit dem der zeitliche Verlauf des Reibwerts von verschiedenen Schmierstoffen aufgezeichnet und verglichen werden kann (Abbildung 1).

### Ergebnisse

Tribologische Untersuchungen an bestimmten flüssigkristallinen Stoffen führten zu extrem niedrigen Reibungs- und Verschleißwerten (Abbildung 2). Dieser Effekt tritt sehr gut reproduzierbar über einen weiten Bereich von

tribologischen Beanspruchungen auf und erscheint selbst bei Mischungen mit anderen Kohlenwasserstoffen wie Hexadekan.

Es ist davon auszugehen, dass die tribologisch induzierte Ordnung in den Reibkontakten sowohl zu einer Reibminimierung (minimale Viskosität in Gleitrichtung) als auch zu einer wirkungsvollen Trennung der Oberflächen (maximale Viskosität senkrecht zur Gleitrichtung) führt.

Aufgrund der Ergebnisse wird erwartet, dass die untersuchten flüssigkristallinen Stoffe als Schmierstoffe oder Schmierstoffadditive von immenser Bedeutung sein können.

Bisherige Ergebnisse zeigen, dass die minimalen Reibwerte bei flächigen Gleitkontakten mit mäßigen Kontaktdrücken bis rund 10 MPa erreicht werden können. Außerdem ist zurzeit noch der hohe Preis für die flüssigkristallinen Fluide hinderlich. Es ist allerdings zu erwarten, dass im Rahmen weiterer Arbeiten die Synthese flüssigkristalliner Substanzen für tribologische Anwendungen deutlich kostengünstiger gestaltet werden kann. Außerdem sind die Einsatzbereiche durch die gezielte Entwicklung flüssigkristalliner Schmierstoffe noch wesentlich zu erweitern. Diese Ziele werden in nächster Zukunft weiter verfolgt.



Tobias Amann